

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**“EVALUACIÓN DE LAS FALLAS ESTRUCTURALES DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA CENTENARIO EN EL
DISTRITO DE SANTA MARIA-2021”**

PRESENTADO POR:

Bach. SANCHEZ BAUTISTA, KATHERINE LESLIE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Mo. GOÑY AMERI CARLOS FRANCISCO

HUACHO – 2022

TESIS

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Student Paper	3%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Internet Source	3%
3	hdl.handle.net Internet Source	2%
4	repositorio.upn.edu.pe Internet Source	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Internet Source	1%
6	repositorio.upt.edu.pe Internet Source	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Student Paper	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet Source	<1%
9	repositorio.unh.edu.pe Internet Source	<1%

**“EVALUACIÓN DE LAS FALLAS ESTRUCTURALES DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA CENTENARIO EN EL
DISTRITO DE SANTA MARIA-2021”**

Bach. SANCHEZ BAUTISTA, KATHERINE LESLIE

TESIS

Mo. GOÑY AMERI CARLOS FRANCISCO

UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

HUACHO

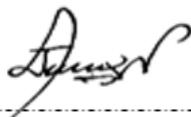
2022



Dr. Alcibiades F. Sosa Palomino
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 22487
CODIGO: DNI 600

PRESIDENTE

Dr. SOSA PALOMINO ALCIBIADES FLAMENCIO



Dr. ALGEMIRO JULIO MUÑOZ VILELA
Reg. CIP N° 116199

SECRETARIO

Mg. MUÑOZ VILELA ALGEMIRO JULIO



VOCAL

Mg. BAZAN BAUTISTA RONNEL EDGAR



CARLOS FRANCISCO
GOÑY AMERI
Ingeniero Civil
CIP N° 241390

ASESOR

Mg. GOÑY AMERI CARLOS FRANCISCO

DEDICATORIA

A Dios, el forjador de mi camino, por haberme acompañado en el trayecto hacia esta meta; a mi madre Juliana por su esfuerzo impresionante y su amor incalculable; a mi padre Moisés por su comprensión, que juntos luchan cada día para darme lo mejor de ellos, estoy infinitamente agradecida con ustedes; a mis hermanas Mayte y Betsi, por todo su apoyo a lo largo de mi vida; a mi hijita Dulce que es el principal motivo para mi superación, se los dedico con todo mi amor.

Sanchez Bautista Katherine Leslie

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador, por guiarme y sostenerme a lo largo de mi formación universitaria.

A los admirables padres que Dios me pudo dar, por su inmensurable esfuerzo y sacrificio para darme una educación.

A mi asesor de tesis que gracias a su apoyo para el desarrollo de mi trabajo de tesis.

Sanchez Bautista Katherine Leslie

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	V
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción	1
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general.	2
1.2.2. Problemas específicos.	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos.	3
1.4. Justificación	4
1.4.1. J. Metodológica.	4
1.4.2. J. Práctica.	4
1.4.3. J. Teórica.	5
1.5. Delimitación	5
1.5.1. D. espacial.	5
1.5.2. D. temporal.	6
1.5.3. Delimitación social.	6
1.6. Viabilidad	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Investigaciones internacionales.	7

2.1.2. Investigaciones nacionales.	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Pavimento Flexible.	12
2.3 Bases filosóficas	42
2.4. Definición de terminos básicos:	44
2.5. Hipótesis de investigación	44
2.5.1. Hipótesis general.	44
2.5.2. Hipótesis específicas.	45
2.6. Operacionalización de las variables.	45
CAPÍTULO III	47
METODOLOGÍA	47
3.1. Diseño Metodológico	47
3.1.1. Tipo de Investigación.	47
3.1.2. Nivel.	47
3.1.3. Diseño.	48
3.1.4. Enfoque de Investigación.	48
3.2. Población y muestra	48
3.2.1. Población.	48
3.2.2. Muestra.	48
3.3. Técnicas de recolección de datos	51
3.4. Técnicas de la información	53
CAPÍTULO IV	56
RESULTADOS	56
4.1. Análisis de resultados	56
4.1.1. Descripción del proyecto.	56
4.1.2. Características del ejemplar.	57
4.1.3. Aplicación y Análisis del PCI mediante el (Software EvalPav).	60
4.2. Contrastación de hipótesis	75
CAPÍTULO V	82

DISCUSIÓN	82
5.1. Discusión de resultados	82
CAPÍTULO VI	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
6.1. Conclusiones	84
6.2. Recomendaciones	85
REFERENCIAS	87
7.1. Fuentes documentales	87
7.2. Fuentes bibliográficas	87
7.3. Fuentes hemerográficas	89
ANEXOS	90
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	91
ANEXO 2: FICHA DE DATOS	92
ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Rango del PCI.....</i>	<i>15</i>
Tabla 2.	<i>Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.</i>	<i>18</i>
Tabla 3.	<i>Nivel de severidad para huecos.</i>	<i>35</i>
Tabla 4.	<i>Longitudes de Unidades de Muestreo.</i>	<i>49</i>
Tabla 5.	<i>División de las secciones del tramo de la vía en cifras de ejemplares.</i>	<i>60</i>
Tabla 6.	<i>Tipos de desperfectos encontradas en el hormigón asfaltado de estudio.....</i>	<i>77</i>
Tabla 7.	<i>Porcentaje de severidad encontrados.</i>	<i>78</i>
Tabla 8.	<i>Extensión de las Longitudes de Cifras de Ejemplares Asfaltadas encontradas.....</i>	<i>78</i>
Tabla 9.	<i>Porcentaje de severidad encontrados.</i>	<i>80</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Ubicación geográfica del Distrito de Santa María.....	5
<i>Figura 2.</i>	Hormigón asfaltafo.....	14
<i>Figura 3.</i>	Condición Estándar del Ciclo de Vida de un hormigón asfaltado.....	18
<i>Figura 4.</i>	Piel de Cocodrilo.....	19
<i>Figura 5.</i>	<i>Exudación.</i>	21
<i>Figura 6.</i>	Craqueo en bloque.....	22
<i>Figura 7.</i>	Abultamientos	24
<i>Figura 8.</i>	Corrugación.....	25
<i>Figura 9.</i>	<i>Depresión.</i>	26
<i>Figura 10.</i>	Fisura de Borde.....	27
<i>Figura 11.</i>	Fisura.....	28
<i>Figura 12.</i>	Desnivel /Berma.....	29
<i>Figura 13.</i>	Grietas.....	30
<i>Figura 14.</i>	Parchado.....	32
<i>Figura 15.</i>	Pulimiento de Agregados.....	33
<i>Figura 16.</i>	Huecos.....	34
<i>Figura 17.</i>	Cruce de Vía Férrea.....	35
<i>Figura 18.</i>	Ahuellamiento.....	37
<i>Figura 19.</i>	Desplazamiento.....	38
<i>Figura 20.</i>	Fisuras Parabólicas.....	39
<i>Figura 21.</i>	Hinchamiento.....	40
<i>Figura 22.</i>	Desprendimiento de Agregados.....	41
<i>Figura 23.</i>	<i>Ejemplo M. Sistemático Aleatorio.</i>	51
<i>Figura 24.</i>	Programa Evalpav.....	55
<i>Figura 25.</i>	Extensión de la vía que pertenece a la Av. Centenario.....	57

<i>Figura 26.</i>	Diagrama de cotas de análisis del hormigón asfaltado.....	59
<i>Figura 27.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 01.....	61
<i>Figura 28.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 01.....	61
<i>Figura 29.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 02.....	62
<i>Figura 30.</i>	Tabla de clasificación de atributos con respecto al pavimento del ejemplar 02.....	63
<i>Figura 31.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 03.....	64
<i>Figura 32.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 03.....	64
<i>Figura 33.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 04.....	65
<i>Figura 34.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 04.....	65
<i>Figura 35.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 05.....	66
<i>Figura 36.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 05.....	67
<i>Figura 37.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 06.....	68
<i>Figura 38.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 06.....	68
<i>Figura 39.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 07.....	69
<i>Figura 40.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 07.....	69
<i>Figura 41.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 08.....	70
<i>Figura 42.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 08.....	71
<i>Figura 43.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 09.....	72
<i>Figura 44.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 09.....	72
<i>Figura 45.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para muestra 10.....	73
<i>Figura 46.</i>	Tabla de clasificación de atributos Los siguientes fallos fueron identificados como de cierta severidad.....	73
<i>Figura 47.</i>	Generación de información en el programa EvalPav para el ejemplar 11.	74
<i>Figura 48.</i>	Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 11.....	75
<i>Figura 49.</i>	Resultados del PCI en cada cifra de ejemplar.	76
<i>Figura 50.</i>	Porcentaje de fallas encontradas en el pavimento de estudio.....	77

Figura 51. Clasificación del pavimento con mezcla bituminosa de la Av. Centenario localizado en la jurisdicción de Santa María según resultados del PCI. 79

Figura 52. Tabla de Clasificación del pavimento con mezcla bituminosa de la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María según resultados del PCI. 81

RESUMEN

Esta investigación aspira evaluar los defectos estructurales de la carpeta asfaltada de la Av. Centenario, en la jurisdicción de Santa María, conociendo la situación de su conservación a través del método (PCI). La estrategia metodológica el cual se plasmará en el trabajo es descriptivo no experimental; además se empleó para la recogida de datos el método de la observación y se utilizó una hoja, con la finalidad de registrar datos de campo. Con el objetivo de procesar el reporte que se reunió durante la evaluación ocular se utilizó Excel y EvalPav. El primero mencionado captura y procesa la información sobre los fallos de la inspección visual, así como resumir resultados a partir de la creación de gráficos estadísticos. El segundo permitía calcular el ICP y exportar los resúmenes de los resultados. El PCI se calculó con el fin de evaluar el hormigón asfaltado en la Av. Centenario, en la zona de Santa María, utilizando 11 unidades de muestreo y los métodos de muestreo adecuados. Se identificaron cinco de los 19 fallos establecidos en la guía del PCI, incluyendo agrietamiento de bloques, grietas longitudinales, parches y vacíos, lo que indica el deterioro del pavimento. Se concluyó lo siguiente de la muestra, tiene un PCI de 34 y estado muy pobre de 9.09%, estado pobre 81.81% y en un estado regular el 9.09%, lo cual, según la clasificación del (PCI) lo define como un pavimento pobre. A partir de los antecedentes recolectados, lograremos interpretar que el enfoque del PCI es fiable y preciso a la hora de evaluar la capa superficial de asfalto.

Palabras clave: pavimento, pavimento flexible, fallas, evaluación superficial.

ABSTRACT

This investigation aspires to evaluate the structural defects of the paved folder of Av. Centenario, in the jurisdiction of Santa María, knowing the situation of its conservation through the method (PCI). The methodological strategy which will be reflected in the work is non-experimental descriptive; In addition, the observation method was used for data collection and a sheet was used, in order to record field data. In order to process the report that was gathered during the ocular evaluation, Excel and EvalPav were used. The first one mentioned captures and processes the information on the failures of the visual inspection, as well as summarizing results from the creation of statistical graphs. The second allowed to calculate the ICP and to export the summaries of the results. The PCI was calculated in order to evaluate the asphalt concrete on Centenario Avenue, in the Santa María area, using 11 sampling units and the appropriate sampling methods. Five of the 19 failures established in the PCI guide were identified, including block cracking, longitudinal cracking, patching, and voids, indicating pavement deterioration. The following was concluded from the sample, it has a PCI of 34 and a very poor state of 9.09%, a poor state of 81.81% and a regular state of 9.09%, which, according to the classification of the (PCI) defines it as a poor pavement. Based on the information collected, we will be able to interpret that the PCI approach is reliable and precise when evaluating the surface layer of asphalt.

Keywords: pavement, flexible pavement, failures, surface evaluation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se ha podido presenciar un alto índice de diferentes irregularidades que presenta los pavimentos flexibles en el Distrito de Santa María. Las condiciones inadecuadas de transitabilidad vehicular afectan permanentemente no sólo a la población circundante. En épocas de clima extremo, como fuertes lluvias y/u otros sucesos naturales, el tráfico de automóviles y peatones es incómodo para la población flotante que utiliza esta ruta para ir a sus diferentes destinos.

Estos problemas han ocasionado incomodidades en la población que necesita transportarse en un horario establecido, pues hay muchas personas que se trasladan con destino a la ciudad de huacho, aquellos por motivo de trabajo, otros que se dirigen a la universidad y colegios, que mayormente es a primeras horas de la mañana, en donde se puede observar incomodidad en la población por atrasos y volantes molestos por desperfectos en sus vehículos que ocasiona la mala conservación del pavimento, Algo más resaltante es que un mal estado del pavimento puede ocasionar accidentes viales y puede comprometer la seguridad durante el trayecto debido a la inadecuada infraestructura vial

Debido a esta situación que comúnmente se presenta en diversos casos en el distrito de Santa María, se ha tomado el lugar más crítico, por tal motivo es necesario hacer un análisis y/o estudio de las debilidades estructurales de la carpeta asfáltica en la Av. Centenario, cuya finalidad es obtener respuestas positivas ante este problema, donde los vehículos tengan un paso de fluidez óptimo y así para aquellas personas que hagan uso de estas avenidas, realicen eficazmente sus actividades económicas, culturales, sociales y de cualquier índole.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción

Las renovaciones progresivas de proyectos en las calles son motivos por el cual están provocando conflictos de transitabilidad, dificultades de tránsito y tiempos de viaje más largos para los vehículos públicos y privados, la red vial urbana de la ciudad muestra una creciente conectividad y apertura de nuevas vialidades deficientes. La vialidad en estudio se encuentra en mal estado de conservación y presenta los principales problemas que se encuentra en toda obra de infraestructura vial, donde se observan fallos y degradación: la falta de mantenimiento y reparación en relación con sus años de vida útil, lo cual es suficiente para convertirla en una candidata viable para la investigación. (Arones & Canchany, 2018)

En vista de ello, se pueden reconocer varias formas de fallas, como las superficiales, en las diversas calles de Puno, lo que hace necesaria un examen exhaustivo de la ruta para construir medidas de rehabilitación y mantenimiento adecuados. Las técnicas de evaluación superficial que identifican el estado y el valor de servicio de los pavimentos son una opción viable y probada en el tiempo; estos resultados pueden ser utilizados para elegir los procedimientos de reparación requeridos. (Vilca & Cuba, 2019)

En la actualidad la vía que está en la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María, provincia de Huaura, no ha concretado con ninguna inspección de una infraestructura vial innovadora que permita que tanto el tránsito vehicular como peatonal sea segura con un razonable confort. La Av. Centenario, La carretera presenta un firme degradado y, en muchos casos, baches, desniveles y un bombeo superficial insuficiente, por lo que se hace necesaria la pronta propuesta de una solución ingenieril adecuada para satisfacer las demandas demográficas mediante una infraestructura vial.

Desfavorablemente la situación de tránsito para vehículos como para transeúntes tienen un impacto duradero no sólo en los pobladores aledaños a esta ruta, sino también en la población que utiliza esta vía para dirigirse a otros lugares. Por ello, es necesario realizar un estudio de pavimento flexible que permita mejorar la infraestructura vial en la Avenida Centenario.

Nuestra investigación evaluó las condiciones de materiales que componen la vía que compone la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María-2021, para ello, se evaluaron las fallas estructurales de la carpeta asfáltica (PCI). Con el progreso del estudio investigativo se determinó que estas condiciones fueron apropiadas de acuerdo a la metodología empleada.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es la evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible, para conocer el estado de conservación de la Av. Centenario, Santa María-2021 mediante el método PCI?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuáles son los parámetros de evaluación de las fallas estructurales de acuerdo a la metodología PCI, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?

¿Cuál es el PCI, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?

¿Cuál es el estado de conservación determinado según la condición de las muestras de pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Determinar el estado de conservación con la evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021, mediante el método (PCI) y el Software EvalPav.

1.3.2. Objetivos específicos.

Identificar los parámetros de evaluación de las fallas estructurales según la metodología PCI para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.

Calcular el PCI, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.

Determinar la condición de todas las muestras para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.

1.4. Justificación

1.4.1. J. Metodológica.

Para Bernal (2018). Este tipo de argumento en el estudio científico sucede cuando el proyecto propuesto muestra una metodología o estrategia novedosa para crear datos precisos y confiables. Dado a que se desempeñará una actividad cuantitativa con continuidad a construir un mecanismo el cual cuantificará a la variable independiente, la investigación es metodológicamente sólida. El impacto de esta variable " Evaluación de pavimentos flexibles " que es la independiente sobre la variable "Método PCI" que llamaremos la dependiente. Mecanismo que será utilizado para constatar la validez de la hipótesis.

1.4.2. J. Práctica.

Bernal (2018), afirma: "El proyecto investigativo genera una validez práctica al demostrar que su evolución va a proporcionar una solución a una cuestión, como mínimo, cuando aporta soluciones que, cuando serán implementadas, contribuirían a su solución." Se seleccionó la zona de Santa María para examinar una de sus vías, y se eligió la avenida Centenario. Esta avenida es importante porque conecta otras avenidas principales, y por ella circulan diariamente tanto vehículos pesados como ligeros. No obstante, esta avenida presenta deterioros superficiales, por ello, aquellos transeúntes como también conductores que se encuentran haciendo uso de las calles diariamente en la avenida en estudio manifiestan molestias. De esta manera, se proponen alternativas de rehabilitación y un diseño basado en productos logrados.

1.4.3. J. Teórica.

Para Bernal (2018), afirma: “Un proyecto investigativo presenta un argumento teórico cuando este pretende engendrar algún debate, estudios investigativos, constatar o discurrir de alguna cognición o información existente”. En el caso de este proyecto investigativo se desarrolla con el objeto de contribuir a la cognición que se plasma como realmente la vía en restablecimiento presenta algún instrumento que brindará mejoras a los elementos estructurales de la vía, logrando aportes de conocimientos con los resultados que presentará el proyecto, debido a que se establecerán mejoras del servicio de transitabilidad.

1.5. Delimitación

1.5.1.D. espacial.

El presente proyecto fue ejecutado en la jurisdicción de Santa María, Huaura, perteneciente al área departamental de Lima. Con una altitud de 46 msnm; Longitud de 2050 metros; ancho de calzada igual a 6.00 metros presentando dos sentidos sin separador.

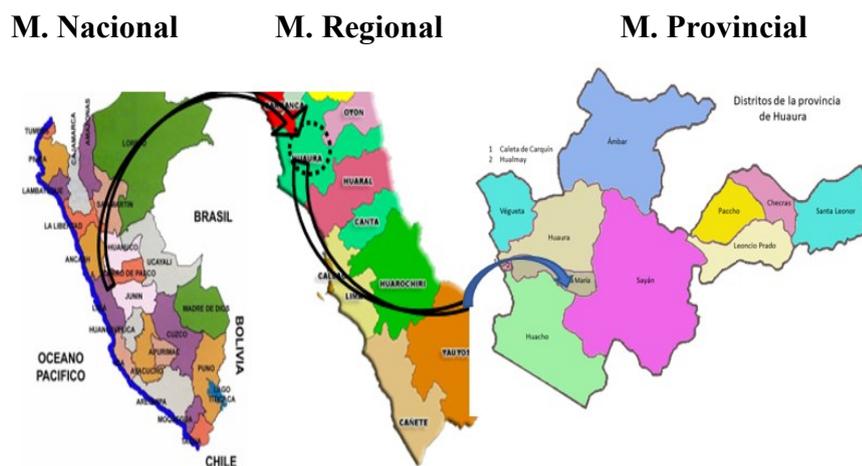


Figura 1. Ubicación geográfica del Distrito de Santa María.

1.5.2.D. temporal.

Este proyecto investigativo tuvo una duración de 120 días calendarios en el periodo de enero hasta abril del 2022. Teniendo de fecha como inicio el 01 de diciembre del 2021.

1.5.3. Delimitación social.

El trabajo investigativo involucrará a aquellas personas que se dedican al transporte de vehículos como también ciudadanos que utilizan el transporte en el día a día de la Av. Centenario.

1.6. Viabilidad

El estudio puede concretarse de manera exitosa gracias a la disponibilidad de financiamiento, personal y materiales necesarios, así como la colaboración de numerosos especialistas, que ayudaron a la recopilación de datos, facilitando el transporte terrestre, prolongando la satisfacción y condiciones agradables para aquellas personas que habitan en el lugar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Investigaciones internacionales.

Fuertes & Mora (2021), propuso evaluar el estado del pavimento asfáltico existente en el trecho vial entendido entre las calles 40 y 48 por la Diagonal 8. Desarrollándose en la Universidad Piloto de Colombia que tiene como sede en el Alto Magdalena. Se determinó que, con base en los hallazgos adquiridos, 51,84 es el PCI medio del pavimento flexible (PCI entre 40 y 55). Según los rangos de las estrategias que se usan en el PCI, se logró demostrar que la situación actual del tramo de la carretera estudiada es regular. Aquellos métodos que utiliza el PCI exteriorizan que el PCI medio del pavimento rígido es de 52,81 (PCI entre 40 y 55), lo que sugiere que este tramo de carretera se encuentra en un estado aceptable. La mayor parte de los daños del tramo de carretera son de gravedad moderada, sin embargo, el pavimento necesita ser intervenido antes de que los daños se agraven, ya que incurrirían en más gastos al momento de la intervención.

Romero (2017) entregó su tesis tuvo como propósito determinar las patologías viales actuales, su grado de prevalencia y su frecuencia de ocurrencia. - Relacionar las enfermedades en la región de la investigación con factores ambientales, geológicos y/o de uso de la carretera. -Identificar el impacto de las patologías sobre el funcionamiento de la carretera y la seguridad del usuario. – Establecer por medio de la técnica del PCI, el índice de situación del hormigón asfaltado. - Caracterizar las patologías relacionadas con la desecación de la subrasante y la estructura del hormigón asfaltado en la región del trabajo investigativo. Dentro de esta investigación se hace toma como referencias investigaciones previas realizadas por diversos autores, que generaron aproximaciones e investigaciones sobre el suelo y la estructura en estudio; sin embargo, las anomalías en la carretera fueron inspeccionadas y medidas de la misma manera. La conclusión obtenida fue que defectos como agrietamiento por fatiga y las grietas por masas son los defectos más prevalentes de la carretera, con una gran cantidad de desprendimientos de asfalto que dan lugar a baches. A pesar de que, en relación con otros tipos de daños, los socavones y los baches no representan una proporción significativa, sus profundidades son tan grandes que la inclinación de los coches que pasan a baja velocidad es bastante evidente. Fue esencial evaluar la proporción entre el hundimiento y las grietas de borde, que pertenecen al proceso de secado, y se estableció que el 10,47% se refiere al hundimiento y el 89,53% a las grietas de borde, ya que ambos se observaron simultáneamente a distancias inferiores a 10 metros durante la inspección.

Garcés (2017), en su tesis simpatiza aquellos defectos actuales de la capeta asfáltica de la carretera evaluada, cuya descripción sirvió para aportar ideas que ayuden en la conservación y restablecimiento con la intención de conseguir un componente de armadura vial deleitoso y eficiente. Utilizo una técnica que consistió en evaluar la calidad del pavimento tanto en su categoría o calidad del servicio que convidará a aquella población que hará uso de ella como su capacidad para soportar las presiones de carga mientras su ciclo de vida. Cabe destacar que

la valuación necesariamente sea objetiva para poder establecer las actividades de mantenimiento idóneas para aplicar al pavimento analizado. Se determinó que la fatiga del pavimento es la causa de defectos típicos como los baches, la piel de cocodrilo, el pulido de los áridos, las grietas, etc. Se estableció que el pavimento tiene un PCI de 41, que es comparable a un mal estado, y requiere una intervención rápida para remediar los daños, incluyendo una intervención de recubrimiento y la reconstrucción de la sección. Las acciones imprescindibles para rehabilitar la carretera se programan en base al tiempo de diseño de la misma, con el fin de proporcionar una buena intervención, continua y oportuna.

Pallasco (2018), presenta su tesis de grado su objetivo fue examinar y recomendar una estrategia para mantener la avenida Quevedo de Santo Domingo. Se determinó que la aplicación del Sistema PAVER como un índice de evaluación de la situación del hormigón asfaltado con mezcla bituminosa de la vía estudiada es de considerable beneficio debido a su flexibilidad y conveniencia de uso, y se utiliza para la certificación. Desde su introducción en 1980, la técnica de Evaluación y Administración de Pavimentos ha sido utilizado tanto por el ejército como por el público en general para mejorar y rehabilitar las carreteras degradadas. Es imperativo mantener la Avenida Quevedo rápidamente; en caso contrario, los gastos asociados al mantenimiento aumentan un 400%. La calle ha llegado al final de la curva de su ciclo de vida y debe mantenerse al mínimo.

Pachay (2017), en su tesis planteó como principal investigación evaluar el estado del hormigón asfaltado en la ruta de entrada a la parroquia La Unión en Jipijapa. Con la ayuda de cuidadosas inspecciones visuales realizadas en el camino que conduce a la parroquia de La Unión, fue posible medir cada dimensión de la degradación del pavimento en estudio y registrarlas en los formularios ASTM utilizados para dichas inspecciones. Cada unidad de la muestra presenta un tipo y grado de deterioro diferente.

2.1.2. Investigaciones nacionales.

Aguilera (2017) presentó su tesis en la cual se designó el mes de octubre de 2017 como objetivo para la ubicación e inspección de anomalías en la Avenida Don Bosco, Provincia de Piura, Departamento de Piura. Empleando un método cualitativo, no experimental y transversal. Las fotografías de rayos X y los datos tomados de las lesiones revelan que las anomalías primarias presentes en el cuerpo de la criatura consisten en depresiones, huecos, pendientes de carriles, pieles de cocodrilo, agregados pulidos, grietas transversales y exudaciones. Además, estos defectos comprenden aproximadamente el 4,46% de la masa corporal total de la criatura. El desprendimiento de áridos, con un 10,328%, es la enfermedad más destacada del pavimento analizado. Con una severidad media del 42,33%, la Avenida Don Bosco presenta un índice de estado medio.

Arones & Canchanya (2018), en su investigación, analizaron el hormigón asfaltado en la "Avenida de las avenidas 28 de julio y Punchana 2018". El plan es la visión general o programa global del estudio; incluye una descripción de lo que el investigador hará, comenzando por la formación de hipótesis y sus ramificaciones operativas y concluyendo con el análisis final de los datos. En consecuencia, se han utilizado distintos métodos, siendo el PCI el único que arroja una estimación de 45, calificando así al hormigón asfaltado como regular. Por el contrario, el medidor de rugosidad MERLIN arrojó un valor de 3,76, por lo que el pavimento se clasificó como deficiente en términos de rugosidad. Las 30 unidades de daños restantes consisten en grietas trasversales y longitudinales, 26 unidades de aberturas, 21 unidades de aberturas y caídas, 21 unidades de agujeros y 20 unidades de grietas en bloque.

En su investigación de pregrado presentada en USMP en Ingeniería Civil, universidad ubicada en Perú. Medina & Mueras (2021) tuvieron como objetivo establecer la condición del hormigón asfaltado, utilizando el sistema del PCI y el software EvalPav. Esta investigación

utilizó un método descriptivo híbrido con un diseño no experimental. En la prueba de inspección visual realizada en la Av. Cieneguilla mediante el programa EvalPav, el PCI de la muestra fue calificado como 40,45, clasificándolo como pavimento regular o convencional. Aplicando la técnica del programa EvalPav se obtiene una puntuación de PCI de 39,88 para el primer segmento de la carretera, lo que indica su mal estado y la necesidad de restauración. La puntuación del PCI para el segundo tramo de la carretera es de 42,19, lo que indica que su estado es satisfactorio y requiere un mantenimiento periódico, mientras que la apreciación del PCI para el tercer segmento de la carretera es de 39,28, lo que indica que su estado es malo y requiere una rehabilitación.

Coripuna & Huanacchiri (2019), en su estudio tuvo como finalidad obtener la situación en la que se conserva el hormigón asfaltado, con la aplicación de la técnica aplicada incluye un enfoque híbrido, de nivel descriptivo, y un diseño no experimental. Utilizando el programa EvalPav y los resultados de las inspecciones visuales hechas en las avenidas, se determinó que esta muestra tenía un PCI de 25, indicando que es un pavimento muy pobre. Dentro de la evaluación de cada muestra, con tres tipos de gravedad: bajo, media y severa, con amplitudes variables (en ciertos tipos de fallas puede estar entre 1,3 metros lineales y 150,00 metros cuadrados).

Correa & Del Carpio (2019) presentaron en la Universidad de Piura su estudio para su carrera de Ingeniería Civil titulado "Evaluación del PCI del jirón Los Incas de Piura." Metodología: A través del estudio de tráfico se ha dividido la vía en tres sectores diferenciados para proponer diferentes intervenciones en cada uno de ellos, en base al nivel de desgaste del hormigón asfaltado obtenida mediante el sistema PCI y el programa EvalPavCar para pavimentos superficiales asfálticos basado en la normativa Resultados: El sector 1 (con un PCI de 38) se relaciona con la rehabilitación, la sección 2 (con un PCI de 68) con el sostenimiento normal, y el Sector 3 (con un PCI de 83) un mantenimiento rutinario, con el mantenimiento de

rutina, según los valores del PCI de cada sector. Conclusiones: Los gobiernos regionales y locales pueden utilizar la investigación para construir una intervención temprana y construir un plan de mantenimiento continuo de la carretera, de manera que los usuarios (peatones y automovilistas) puedan beneficiarse.

2.2.Bases teóricas

2.2.1. Pavimento Flexible.

A fin de definir un hormigón asfaltado y comprender su comportamiento estructural, nos remitimos, según las Normas de Construcción e Instalaciones o capas entre la superficie de rodamiento y la subrasante cuyo papel principal es sostener y transferir las cargas de rodadura al movimiento de tierras sin causar deformaciones perjudiciales. (Becerril y Miranda, 2015)

2.2.1.1. Tipos

Becerril (2015) se secciona en tres clases: tipo alto, tipo medio y tipo bajo.

1. Pavimento de tipo alto. Se caracterizan por tener una superficie de rodamiento que soporta suficientemente la carga de tráfico prevista, sin una degradación evidente debida al desgaste, y son impermeables a los efectos de la intemperie.

2. Pavimento de tipo intermedio. Los pavimentos de tipo intermedio van desde las tratadas superficialmente hasta aquellas cuya calidad es significativamente inferior a la de los pavimentos de tipo alto.

3. Pavimento de tipo bajo. Este tipo de pavimento se utiliza sobre todo en carreteras de bajo costo, y otros materiales naturales no tratados hasta materiales tratados superficialmente.

2.2.1.2. Componentes

Bajo una capa que contiene ligante bituminosos

De acuerdo a Becerril y Miranda (2015), acostumbra haber al menos dos capas distintas: una base (típicamente compuesta de material granular, (preferiblemente también un suelo granular en menor proporción de la base). La superficie de apoyo suele estar compuesta por una mezcla de áridos de piedra.

Bajo la sub-base.

Después de la subbase suele haber una capa denominada subrasante, que tiene unos criterios de calidad mínimos inferiores a los de la propia subbase, y a continuación el material estándar para el movimiento de tierras.

Para elegir los pavimentos flexibles, es importante proporcionar el tráfico del proyecto (a menudo en un horizonte de 20 años), la ubicación del pavimento y el tipo de carretera que se va a construir. Con estas entradas, se requiere escoger el grupo de piezas estructurales del pavimento que sean apropiadas para la ruta estudiada. El proyectista debe elegir, en función de la disponibilidad y el coste de los materiales, el segmento más práctico entre los sugeridos.

A continuación, se presentan los elementos estructurales:

1. *Subrasante.* Se coloca encima del movimiento de tierras y sirve de base para la base del pavimento, la subbase y el ligante. En función del tipo de hormigón asfaltado que se cree, puede ser primordial tratar el material de la subrasante para conseguir los atributos de resistencia necesarios.



Figura 2. Hormigón asfaltao.

Fuente: (Becerril Y Miranda, 2015)

2. *Sub-base*. Capa de material construida inmediatamente encima del movimiento de tierras y que está compuesta por un material superior. Normalmente, los materiales de construcción proceden de fuentes cercanas.

3. *Base*. Está compuesta por componentes de grado superior. Se compone de una sustancia de grado superior a ésta, que a menudo se extrae de fuentes cercanas.

4. *Carpeta Asfáltica*. Debe ser capaz de soportar las altas presiones de los neumáticos y las fuerzas abrasivas del tráfico, ofrecer una superficie que resista el deslizamiento y evitar que el agua superficial se infiltre en las capas subyacentes.

2.2.1.3. Método PCI.

El deterioro del hormigón asfaltado a nivel estructural se acata de la clase de desperfecto, su gravedad y el volumen o la densidad del daño. En vista de la gran variedad de escenarios concebibles, ha sido un reto formular un índice que tenga en cuenta los tres elementos mencionados. La clasificación PCI determina la calidad del pavimento. Utiliza valores inferidos para sopesar el nivel de gravedad, la clase de daño y la densidad del daño. Luego, combina esos valores para obtener un valor de PCI final. Esto se debe a que cada

combinación de estos tres factores afecta la característica del hormigón asfaltado. La Tabla 1 evidencia los diferentes rangos de PCI con descripciones cualitativas asociadas.

PCI se calcula utilizando datos de un inventario visual, que identifica el grado, la magnitud como gravedad de cada deterioro. El sistema PCI fue creado para proporcionar una indicación de la integridad y la calidad operativa. Los datos de daños recopilados que formarán parte de un registro pueden proporcionar una imagen esclarecida que presenta el origen del deterioro junto con el vínculo que posee con la carga.

Tabla 1.

Rango del PCI

<i>RANGO</i>	<i>CLASIFICACION</i>
<i>100-85</i>	<i>Excelente</i>
<i>85-70</i>	<i>Muy bueno</i>
<i>70-55</i>	<i>Bueno</i>
<i>55-40</i>	<i>Regular</i>
<i>40-25</i>	<i>Malo</i>
<i>25-10</i>	<i>Muy malo</i>
<i>10-0</i>	<i>Fallado</i>

Fuente: Método PCI.

Robles (2015), A partir del análisis de los fallos superficiales, estructurales y de diseño, se ideó una técnica para mejorar las condiciones de transitabilidad. Esto se hizo de acuerdo con el siguiente razonamiento:

A) Fallas superficiales. Estos deterioros superficiales se describieron como:

Baches superficiales.

Ahuellamientos. El ahuellamiento es la deformación del pavimento que, debido al peso de los automóviles, se producen constantemente desplazamientos laterales de los materiales.

Deformación transversal.

B) Fallas estructurales. Estos deterioros estructurales fueron descritos como:

Grietas y grietas por fatiga

Sella grietas y fisuras

Fisuras laterales y fisuras

baches profundos

subidas y bajadas

C) *Fallas por diseño.* Diseños actuales inadecuados (factores climáticos). La presencia de agua, que favorece el agrietamiento del pavimento, es una de las razones más comunes de fracaso en las carreteras pavimentadas.

Condición del Pavimento

Volumen de tránsito (IMDA)

Clasificación de fallas.

Fisuras y grietas por fatigamiento

2.2.1.4. Ciclo

Consiste en un aporte económico inicial importante en su construcción y los costes continuos de mantenimiento y reparación a durante todo su tiempo de uso. Los grupos públicos y comerciales de Perú han dedicado décadas al desarrollo de nuevas carreteras., ignorando la importancia del mantenimiento de las mismas. Esto se debe muchas veces a la falta de recursos y a creencias erróneas, como la idea de que no es necesario mantener un pavimento durante su período de diseño, sino que debe ser reconstruido después del tiempo especificado. Hoy en día, existe una mayor necesidad de proteger su buen funcionamiento. La degradación del pavimento comienza con una etapa temprana de erosión prácticamente indetectable que progresa hasta la degeneración final.

El ciclo de vida

Logra dividirse en 4 fases distintas:

Fase A: Edificación. “Por el momento, la vía la podemos hallar adecuadamente equipada para atender sus usuarios” (Mendez, 2003).

Fase B: Deterioro imperceptible. A lo largo de un número determinado de años, el firme de la carretera y, en menor medida, el resto de su estructura sufren un proceso gradual de desgaste y deterioro. Esta degradación es proporcional a la cantidad de coches ligeros y pesados que circulan por la carretera, así como a la influencia del mal tiempo, las precipitaciones y las aguas superficiales. Para ralentizar el proceso de desgaste y degradación, es necesario implantar periódicamente una serie de medidas de protección, principalmente la mejora del pavimento y drenaje viario. Si no se hace cumplir, la vida útil de las carreteras se reducirá considerablemente. (Menéndez, 2003).

Fase C: Pronto Desperfecto. Al cabo que pasen muchos años, los componentes del hormigón asfaltado se erosionan y la resistencia al tráfico disminuye. Como se observa por los defectos evidentes en la superficie de desgaste, la estructura subyacente del pavimento se nota comprometida. Cuyo periodo es breve, puesto que el ritmo de aniquilación aumenta. El estado de la carretera oscila entre aceptable, malo y muy malo. (Gamboa, 2009)

Fase D: Totalidad Desperfecto. Última fase de deterioro del pavimento puede durar muchos años y representa el deterioro total del mismo. La navegabilidad de la carretera disminuye drásticamente y los neumáticos, ejes, etc. de los coches empiezan a sufrir daños. Como se ve en la figura 3, los gastos de funcionamiento de los coches aumentan y la ruta se vuelve inutilizable para los coches.

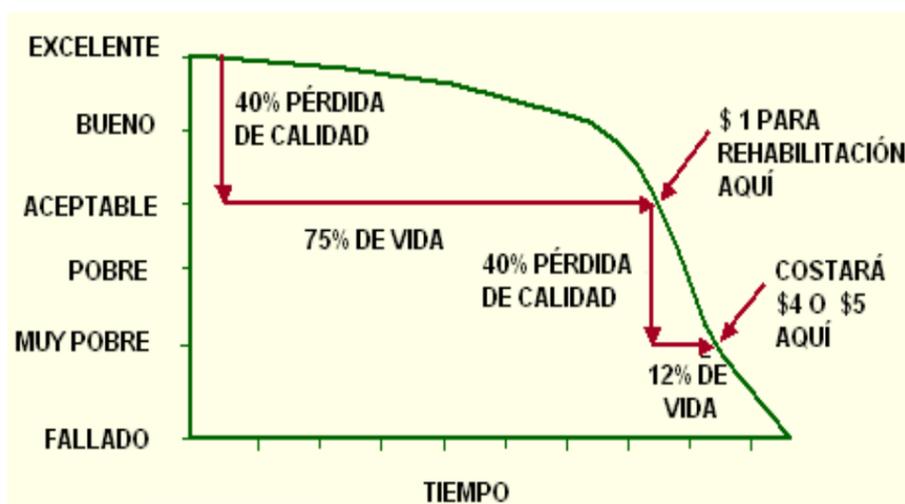


Figura 3. Condición Estándar del Ciclo de Vida de un hormigón asfaltado

Fuente: (Sánchez, 2018)

2.2.1.5. Tipos de fallas.

Como se ilustra en la Tabla 2, los siguientes tipos de fallos podrían clasificarse como fallos superficiales o estructurales. Sólo se incluyen en la lista los 19 fallos.

Tabla 2.

Longitudes de Cifras de Ejemplares Asfaltadas.

<i>Fallas estructurales</i>	<i>Fallas superficiales</i>
<i>Craqueo por fatiga</i>	<i>Exudación</i>
<i>Abultamiento y hundimientos</i>	<i>Corrugación</i>
<i>Depresión</i>	<i>Fisuras de borde</i>
<i>Huecos</i>	<i>Fisuras de reflexión de junta</i>
<i>Ahuellamientos</i>	<i>Desnivel carril/Berma</i>
<i>Desplazamientos</i>	<i>Fisuras longitudinales y transversales</i>
<i>Hinchamientos</i>	<i>Parcheo</i>
	<i>Pulimiento de agregados</i>
	<i>Cruce de vía férrea</i>
	<i>Fisuras parabólicas</i>
	<i>Desprendimiento de agregados</i>

Fuente: Método PCI.

A) *Craqueo por fatiga.*

Descripción. Los craqueos por fatiga, también conocidas como grietas de piel de cocodrilo, son continuas fracturas enlazadas formadas por el fallo de la capa del asfalto como resultado de las constantes presiones del tráfico. Bajo la carga de las ruedas, el craqueo comienza cerca del lado de abajo del hormigón asfaltado, en que la tensión como la tensión unitaria es elevado. (Los patrones de grietas a lo largo de las áreas sin carga se denominan "fisuras en bloque" y no son daños causados por la carga). La piel de cocodrilo suele ir acompañada de surcos y se considera un defecto estructural importante. (Vásquez, 2002)



Figura 4. Piel de Cocodrilo.

Nota: Las grietas se unen entre ellas y forman polígonos irregulares.

Niveles de severidad.

L: Desarrollo paralelo de fisuras capilares y de longitud, tener pocas o ninguna fractura interconectada Las fisuras carecen de descamación, o desprendimiento de material a lo largo de los bordes de la fractura.

M: La progresión de las fracturas del nivel L de la piel de cocodrilo en un patrón o red de fisuras que alcanzan ser algo escamosas.

H: Una red o patrón de fisuras cuyas partes están bien definidas y cuyos bordes se han desprendido. Algunos componentes pueden moverse durante el movimiento.

Medida. El área impactada se cuantifica en metros cuadrados. Con frecuencia, en una región dañada coexisten dos o tres grados de gravedad, lo que plantea el mayor reto a la hora de evaluar este tipo de daños. Si estos componentes son distinguibles, deben medirse y documentarse individualmente. En caso contrario, toda la región debe ser evaluada en el nivel de gravedad más severo. (Vásquez, 2002)

Opciones de reparación.

L: No requiere intervención estructural.

M: Parcheado de profundidad parcial o total.

H: Parcheo de profundidad parcial o total.

B) *Exudación.*

Descripción. En las superficies de pavimento, la filtración es una capa de material bituminoso que produce una superficie brillante y a menudo, pegajosa. Demasiado betún en la mezcla, demasiada aplicación de sellador de betún o falta de porosidad pueden causar fugas. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos en la mezcla y luego se expande en la carretera a temperaturas ambiente elevadas. A bajas temperaturas, el betún se acumula debido a la irreversibilidad del proceso de filtración. (Vásquez, 2002)



Figura 5. Exudación.

Nota: Se evidencia a través de una película de asfalto que se extienden sobre la superficie de la pista.

Niveles de probabilidad que acontezca.

L: Ha producido en un grado insignificante y sólo es perceptible en unos pocos días al año.

M: Ha alcanzado un nivel en el que el asfalto sólo se adhiere al calzado.

H: Se ha producido una exudación extensa, y una cantidad sustancial de asfalto. Medido en metros cuadrados para la región afectada. Si se tiene en cuenta la exudación, no se debe tener en cuenta el pulido de los áridos.

Opciones de reparación

L: No requiere intervención estructural.

M: Se aplica arena / agregados y compactación

H: Se aplica arena.

C) *Craqueo en bloque.*

Descripción. Son fisuras en el pavimento conectadas que forman una sección transversal aproximadamente rectangular. Los tamaños de bloque pueden variar de 0,30 x 0,30 a 3,0 x 3,0 metros. Las principales causas de la fractura de bloques son la contracción del hormigón asfaltado y los cambios periódicos de temperatura, que crean ciclos de tensión-deformación. Las fisuras en bloque no están relacionadas con la carga e indican un endurecimiento excesivo del asfalto. Por lo general, afectan una parte sustancial de la superficie de la carretera, sin embargo, a veces aparecen solo en áreas no transitadas. Este tipo de lesión se desconforma de la piel de caimán en que esta última se descompone en piezas más pequeñas y angulosas. Además, las pieles de cocodrilo se generan por cargas de tráfico repetidas y, por consiguiente, solo se manifiestan en lugares propensos a cargas de vehículos (al menos en sus primeras etapas) (Vásquez, 2002)



Figura 6. Craqueo en bloque.

Nota: Las grietas se conectan entre sí.

Niveles de probabilidad que acontezca.

L: Bloques con agrietamiento con una probabilidad que acontezca leve.

M: Bloques con agrietamiento

H: Bloques con agrietamiento con una probabilidad que acontezca alta

Medida. El área impactada se indica en metros cuadrados. Cualquier sector del pavimento tiene un solo nivel de probabilidad que acontezca. Sin embargo, cualquier sección con un nivel de gravedad diferente debe medirse e informarse individualmente.

Opciones de reparación.

L: Sellado de fisuras con un ancho superior a 3.00 milímetros. Sellado para riego.

M: Sellado de fisuras, recuperación superficial. Arañazos por calor y carpetas.

H: Cierre y reparación de fisuras, regeneración superficial. Arañazo caliente y clip superior

D) *Abultamientos y hundimientos.*

Descripción. Son distintos de los desplazamientos generados por pavimentos inestables. Por el contrario, los abultamientos pueden ser el resultado de una variedad de sucesos, como el levantamiento de losas de hormigón de cemento Portland con superposición de hormigón asfaltado. La congelación provoca una expansión. Debido a las cargas de los vehículos, la infiltración de material y el levantamiento se producen dentro de una grieta. Los desplomes son desplazamientos superficiales diminutos y bruscos hacia abajo. Las "ondulaciones" son distorsiones y desplazamientos que se producen en amplias secciones del pavimento y que provocan depresiones enormes o prolongadas en el mismo. (Vásquez, 2002)



Figura 7. Abultamientos

Nota: Se muestra el levantamiento vertical

Niveles de severidad.

L: La deformación tiene poco efecto sobre la calidad del tráfico.

M: La deformación tiene un impacto moderado en la calidad del tráfico.

H: La calidad del tráfico es grave cuando hay deformación.

Medida. Las unidades de medida son en metro lineal. Si surgen en un patrón perpendicular al flujo de tráfico y están separados por menos de 3.0 milímetros, este tipo de daño se conoce como corrugación. Si la ondulación va acompañada de una fractura, también se indica la fractura.

Opciones

L: No requiere intervención estructural.

M: Fresado en frío. Parcheo en profundidad o fragmentos.

H: Fresado en frío. Parcheo en profundidad o fragmentos.

E) Corrugación.

Descripción. La ondulación es una sucesión de crestas y depresiones muy espaciadas, que a menudo se producen a intervalos inferiores a 3,0 m. Normalmente, esta forma de daño

se produce por la combinación de tráfico y un aglutinante o cemento inestable. Independientemente del origen, el daño se denomina ondulación si se produce una sucesión de protuberancias a menos de 3,0 m de distancia. (Vásquez, 2002)

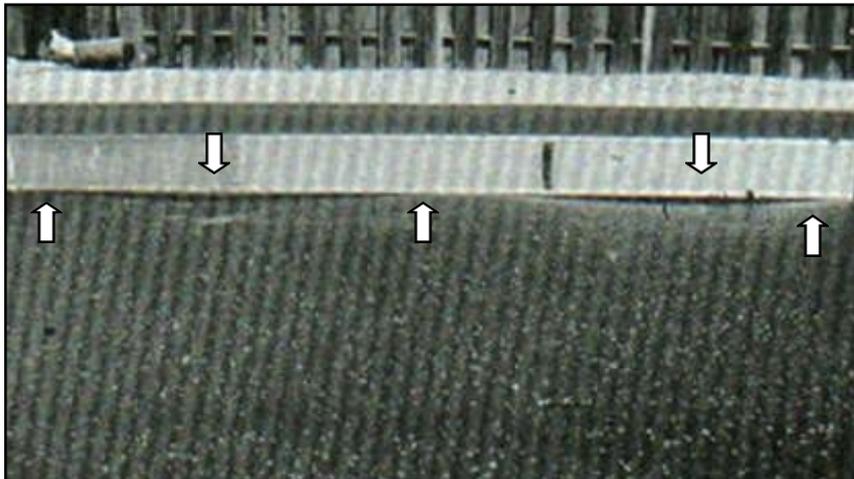


Figura 8. Corrugación.

Nota: Se muestran los desniveles de deformación.

Niveles de severidad.

L: disminuyen levemente la calidad del tránsito

M: disminuyen moderadamente la calidad del tránsito

H: Las corrugaciones disminuyen altamente la calidad del tránsito

Reparaciones sugeridas:

L: No requiere intervención estructural.

M: Se requiere reconstruir la vía parcialmente

H: Se requiere reconstruir la vía en su totalidad

F) Depresión.

Descripción. Se trata de superficies de pavimento aisladas con elevaciones algo más bajas que el pavimento circundante. Con frecuencia, después de las lluvias, sólo se pueden ver

las depresiones lisas. La decoloración causada por el agua almacenada puede servir para identificar las depresiones en un pavimento seco. Las depresiones son el resultado del asentamiento del subsuelo o de una construcción inadecuada. A diferencia de las depresiones, los socavones son descensos rápidos de nivel. (Vásquez, 2002)



Figura 9. Depresión.

Nota: Existe una concavidad en la vía por la deformación de la misma.

Niveles de probabilidad que acontezca.

L: 13.0 a 25.0 mm.

Profundidad máxima de la depresión:

L: De 13 hasta 25 mm.

M: De 26 hasta 50 mm.

H: Mayor a 51 mm.

Medida: Se mide en metros al cuadrado.

Opciones de reparación:

L: No requiere intervención estructural.

M: Parchado superficial o parcial

H: Parchado parcial o profundo.

G) *Grieta de borde.*

Descripción. Las grietas paralelas en los bordes se ven a menudo entre 0,30 y 0,60 metros desde el borde del pavimento. Este deterioro se ve incrementado debido por el peso ocasionado por el tráfico y las condiciones climáticas, la subrasante a lo largo del pavimento puede deteriorarse.



Figura 10. Fisura de Borde.

Nota: daños severos en el borde de la vía.

Niveles de probabilidad que acontezca.

L: Grietas de baja severidad.

M: Agrietamiento moderado con fragmentación.

H: Deterioro masivo en todo el borde de la vía.

Medida en metros lineales, la grieta del borde se denomina medida.

Hay varias opciones de reparación.

L: No requiere intervención estructural. Se sella las fisuras mayores a 3 mm.

M: Sellado de cualquier fisura. Parchado parcial.

H: Parchado profundo.

H) Fisura

Descripción. Este deterioro ocurre únicamente en los pavimentos asfálticos contruidos con hormigón. No tiene grietas reflectantes como otras formas de cimentación estabilizadas con cemento o cal. Debido al movimiento del concreto de cemento Portland debajo de una superficie de hormigón asfaltado, los pisos de cemento son propensos a las fisuras. Este daño es independiente de la carga, pero la carga del tráfico puede causar que el concreto asfáltico cerca del daño se agriete. Si el pavimento se desmorona a lo largo de la grieta, reporte la grieta como una espina de pescado. Este daño es más fácil de notar cuando se conocen las medidas de la losa debajo de la superficie de hormigón asfaltado. (Vásquez, 2002).



Figura 11. Fisura.

Nota: Grieta de concreto: se aprecia una grieta a lo largo de todo el ancho del carril.

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: Existe agrietamiento sin relleno con una separación menor a 10 milímetros, o fisuras rellenas satisfactoriamente de cualquier ancho.

M: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, (i) agrietamiento sin relleno con ancho (ii) Surtido de anchos de grietas de 76 milímetros, con variaciones mínimas en su

forma o (iii) Grandes fisuras revestidas con grietas fortuitas y pequeñas grietas de cualquier ancho.

H: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, (i) fisura rellena o no, rodeada de un agrietamiento continuo y severo, (ii) fisuras sin relleno de más de 76. milímetros o (iii) fisuras con fracturamiento severo en todo el contorno.

Medida. En los medidores lineales, se mide la grieta de reflexión de la junta. La longitud debe anotarse individualmente. Por ejp, una fractura de 15,0 m puede tener 3,0 m de grietas graves, que deben documentarse individualmente. También se debe anotar la presencia de una protuberancia en la grieta de reflexión.

Opciones

L: Sellado de fisuras de ancho superior a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parchado poco profundo.

H: Parchado poco profundo. Reparación de la junta.

I) Desnivel

Descripción. Este daño es el resultado de la corrosión de la berma, el asentamiento de la berma o la adición de agregados excesivos sin cambiar la berma. (Vásquez, 2002)



Figura 12. Desnivel /Berma.

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: El desnivel dado entre el carril y la berma va de 25 y 50 milímetros.

M: El desnivel varía entre 51 y 101 milímetros.

H: El desnivel en elevación es mayor que 102 milímetros.

Medida.

L, M, H: Renivelación de las bermas para la nivelación del carril.

J) Grietas

Descripción. Ocurren paralelos al eje del pavimento o a la dirección de la construcción y pueden ser causados por:

1. Una junta del pavimento de carriles mal construido.
2. La disminución de temperatura.

Grietas son causadas por el agrietamiento de la capa base, omitiendo las juntas del pavimento de hormigón. Aproximadamente perpendicular al eje, las fracturas transversales atraviesan el pavimento. Esta forma de agrietamiento no suele estar relacionada con la carga.

(Vásquez, 2002)



Figura 13. Grietas

Nota: Se indica en la figura

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: Existe una fisura sin rellenar con una separación menor a 10 milímetros.

M: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, (i) una fisura sin rellenar con una separación entre 10 y 76 milímetros, (ii) fisura sin rellenar con una separación no mayor a 76 milímetros, con fisuras en el contorno o (iii) fisura rellena de cualquier ancho, con fisuras pequeñas al rededor.

H: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, (i) Fisura rellena o no, con fisuras grandes en el contorno (ii) fisura sin relleno (iii) una fisura de cualquier dimensión rodeada en su cercanía por pavimento muy agrietado.

Medida. Cuando observe fracturas, mida su longitud y grado de severidad a lo largo de los ejes longitudinal y transversal de las grietas. Si la gravedad de la grieta varía a lo largo de su longitud, se debe documentar individualmente cada segmento con un grado de gravedad distinto. Si aparecen protuberancias o depresiones en la grieta, deben documentarse. Opciones para abordar los daños:

L: No requiere intervención estructural. Sellado de fisuras mayores de 3.0 mm.

M: sellado de fisuras.

H: Sellado de fisuras. Parcialmente parcheado.

K) Parcheo.

Descripción. Un parche es una sección de asfalto que ha sido repavimentada con material fresco para arreglar el asfalto viejo. Por muy bien que funcione un parche, se considera que tiene defectos (normalmente, una zona parcheada) (Vásquez, 2002)



Figura 14. Parchado

Nota: El área del pavimento.

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: El estado del parche es de excelente a satisfactorio. La calidad de las condiciones de tráfico se evalúa como baja o mejor severidad.

M: El parche está considerablemente degradado o se considera que la calidad del tráfico tiene un grado de severidad medio.

H: El parche está muy degradado o se considera que la calidad del tráfico tiene un grado de severidad alto. Requiere una rápida sustitución.

Medida. El área impactada de una mancha se mide en metros cuadrados. Sin embargo, deben medirse y documentarse individualmente si un solo parche tiene regiones de intensidad variable. Incluso si el material del parche se desprende, la región se puntúa sólo como un parche. La reparación significativa del pavimento no debe documentarse como un parche, por el contrario (Vásquez, 2002)

L) *Pulimiento de agregados.*

Descripción. La fricción de los neumáticos disminuye significativamente cuando la superficie del pavimento se vuelve fácilmente comprimible. Sin embargo, una superficie rugosa no tiene ningún efecto significativo en el frenado de los vehículos. Esto se debe a que los automóviles se encuentran con frecuencia con grandes cargas de tráfico. Cuando una investigación indica lo siguiente: La superficie está recubierta por el agregado degradado y por eso, este es suave al tacto, se debe contar con el pulido del agregado. Esta forma de daño se indica cuando el resultado de la prueba de resistencia (Vásquez, 2002).



Figura 15. Pulimiento de Agregados.

Nota: Los agregados son expuestos y se vuelven más propensos al deterioro.

Nivele de que una probabilidad acontezca.

Nivel de gravedad no especificado. Sin embargo, el grado de pulido debe ser sustancial para que se considere un defecto en la evaluación del estado. Para el área perjudicada, se mide en metros cuadrados. Si se considera la filtración de agua, no se considera el pulido del árido.

Opciones para reparar el daño.

L, M, H: no consiguen nada.

Preparación de la superficie

M) Huecos.

Descripción. Cerca de la parte superior, suelen presentar bordes afilados y lados verticales. El agua que se acumula dentro de los huecos estimula su crecimiento. El tráfico crea vacíos al arrancar pequeñas partículas de la superficie del pavimento. Las mezclas superficiales deficientes, los lugares débiles en la base o la subrasante, o la presencia de un caso grave de piel de cocodrilo aceleran el deterioro del pavimento. No debe confundirse con el desconchado o la intemperie, los vacíos suelen ser el resultado del estado de la estructura. Cuando la craqueo por fatiga de alta probabilidad acontezca causa vacíos, deben ser reportados como vacíos y no como intemperie. (Vásquez, 2002)



Figura 16. Huecos.

Niveles de severidad.

De acuerdo con la Tabla 3, el nivel de severidad de los agujeros con un diámetro inferior a 762 mm depende de la profundidad y el diámetro del agujero. Si el diámetro del orificio es superior a 762 mm, el área tener que cuantificarse en metros cuadrados y dividirse por 0,47 metros cuadrados para comparar las cifras de orificios.

Tabla 3.

Nivel de severidad para huecos.

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

Fuente: (Vásquez, 2002)

Medida. Los huecos se evalúan contando y registrando de forma independiente las de gravedad baja, media y alta.

Opciones de reparación

L: No requiere intervención estructural. reparación parcial

M: reparación parcial o profunda

H: parche profundo.

N) *Cruce de vía férrea.*

Descripción. Al tener rieles atravesando una vía, es común que no estén ambos a un mismo nivel, por lo que se generan desniveles. (Vásquez, 2002)



Figura 17. Cruce de Vía Férrea.

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: El paso de la vía férrea reduce levemente la calidad del tránsito.

M: El paso de la vía férrea reduce moderadamente la calidad del tránsito.

H: El paso de la vía férrea reduce severamente la calidad del tránsito.

Medida: El registro debe registrar cruces con un tamaño que coincida con los metros cuadrados de superficie impactada. Si un cruce no tiene un efecto notable en el tráfico, no debe incluirse en el registro. Cualquier aumento significativo en la masa del ferrocarril debe informarse en los registros oficiales de un cruce. Esto incluye cualquier crecimiento de estaciones o puentes. Las reparaciones son posibles con la documentación adecuada:

L: No requiere intervención estructural.

M: Parchado superficial del cruce o su reestructuración.

H: Parchado superficial del cruce o su reestructuración.

O) *Ahuellamiento.*

Descripción. Las ranuras son ranuras en la superficie de la huella del neumático. Pueden aparecer protuberancias en el pavimento a ambos lados de los surcos; sin embargo, el ahuecamiento generalmente solo ocurre después de una tormenta, cuando los rieles se inundan. La formación de surcos es el resultado de la deformación continua de cualquier pavimento o base de subrasante, generalmente como resultado de la consolidación del material o el desplazamiento lateral debido a las cargas de tráfico. Un surco significativo puede conducir a un fallo estructural importante del hormigón asfaltado. (Vásquez, 2002)



Figura 18. Ahuellamiento.

Nota: Hundimiento longitudinal en las vías producto del peso de las llantas de los autos que transitan por la vía.

Niveles de que una probabilidad acontezca.

Medida: La severidad de la formación de surcos se mide en metros cuadrados de área de superficie dañada. La profundidad promedio de un surco se determina midiendo la longitud de una regla que cruza perpendicularmente la dirección del surco. A partir de estas medidas, se calcula la profundidad media de la ranura. (Vásquez, 2002)

Opciones de reparación.

L: No requiere intervención estructural.

M: Parchado superficial

H: Parchado parcial

P) Desplazamiento.

Descripción. Las cargas de tráfico provocan un desplazamiento longitudinal persistente de una sección específica de la superficie del hormigón asfaltado. Normalmente, este perjuicio se limita a los pavimentos con mezclas asfálticas líquidas inestables (cutback o emulsión). Es

decir, cuando estos pavimentos limitan con el que está construido con el material Portland también se producen desplazamientos (Vásquez, 2002).



*Figura 19.*Desplazamiento.

Nota: La vía se dilata provocando la extensión del asfaltado.

Niveles

L: reduce levemente la calidad del tránsito.

M: reduce moderadamente la calidad del tránsito.

H: El desplazamiento reduce severamente la calidad del tránsito.

Medida:

Se calculan en metros

Los desplazamientos ocurridos en zonas parchadas no se consideran como daño aislado.

Opciones de reparación:

L: No requiere intervención estructural. Fresado.

M: Fresado. Parchado en proporciones.

Q) Fisuras parabólicas.

Descripción. Las fisuras de media luna son fisuras de deslizamiento parabólicas. Ocurren cuando las ruedas al frenar o girar crean deslizamiento o imperfecciones del exterior. Por lo general, este daño es causado por una mezcla de asfalto débil o una adhesión que perjudica a las superficies y la estructura del pavimento subyacente. Estos daños no están relacionados (Vásquez, 2002)



Figura 20. Fisuras Parabólicas.

Nota: Se indica en la figura el agrietamiento parabólico

Nivel de severidad.

L: La separación por la fisura es menor a 10 milímetros

M: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, La separación por la grieta está entre 11 a 37 milímetros o el contorno de la fisura está agrietada levemente.

H: Puede darse cualquiera de los siguientes indicadores, La separación por la grieta es mayor a 38 milímetros o el contorno de la fisura está agrietada severamente.

Medida. El área asociada a las fracturas parabólicas se midió en metros cuadrados y se clasificó según la probabilidad que acontezca. máxima de la fractura.

R) *Hinchamiento.*

Descripción. El hinchamiento es característico de la superficie del pavimento, ya que se trata de un pandeo largo y progresivo hacia arriba. En ocasiones, el hinchamiento va seguido de un agrietamiento (Vásquez, 2002)



Figura 21. Hinchamiento.

Nota: Se produce un levantamiento del asfalto.

Nivel de severidad.

L: La baja calidad del tráfico está causada por la congestión. La hinchazón de baja calidad no suele ser visible, pero puede detectarse al conducir al término de velocidad establecido encima del trozo de hormigón asfaltado afectado.

M: El hinchamiento reduce moderadamente la calidad del tránsito.

H: El hinchamiento reduce severamente la calidad del tránsito.

Opciones de reparación.

L: No requiere intervención estructural.

M: Reestructuración

H: Reestructuración

S) *Desprendimiento de agregados.*

Descripción. Causada por la intemperie y el desconchado está relacionada con la pérdida de la mezcla bituminosa y de partículas de árido sueltas. Estos daños sugieren que, o bien el mortero del asfalto se ha resecado considerablemente, o bien la mezcla existente es de baja calidad. Además, el aflojamiento puede ser inducido por determinados tipos de tráfico, por ejemplo, vehículos de oruga. (Vásquez, 2002)

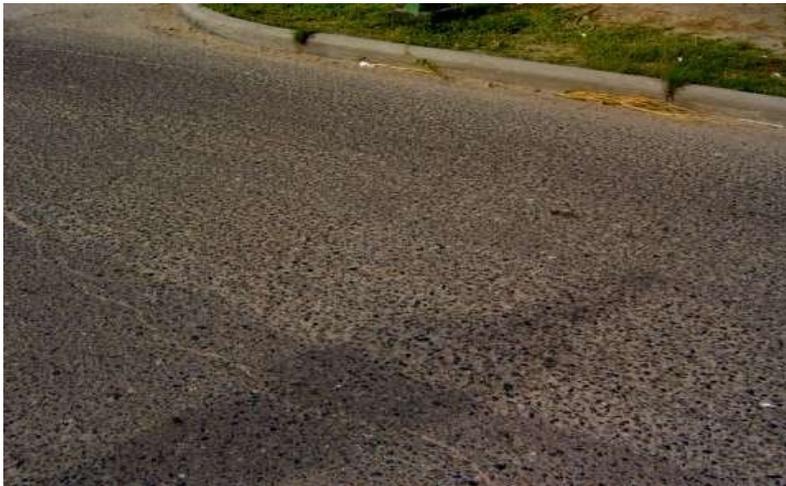


Figura 22. Desprendimiento de Agregados.

Nota: En la figura del ejemplar el deterioro de la superficie asfáltica

Niveles de que una probabilidad acontezca.

L: Los áridos o el aglutinante han empezado a perderse. En algunos lugares, la superficie ha empezado a hundirse. En el caso de un derrame de aceite, la mancha de aceite es visible, pero la superficie es dura y una moneda no puede penetrar en ella.

M: Se ha perdido el agregado o aglutinante. La superficie es gruesa y está ahuecada en un grado modesto. La superficie es lisa y una moneda puede penetrar fácilmente en ella.

H: El agregado o el aglutinante se ha perdido gravemente. La superficie es bastante abrasiva y está muy surcada. Los diámetros y profundidades de las porciones ahuecadas son

inferiores a 10,0 mm y 13,0 mm, respectivamente; también se consideran ahuecadas las zonas más grandes. En el caso de una fuga de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su acción aglutinante, dejando libre el árido.

Medida. La superficie afectada de intemperie y desconchados se mide en metros cuadrados.

Opciones de reparación.

L: No requiere intervención estructural. Sellado superficial. M: Sellado e intervención superficial. Sobrecarpeta.

H: Intervención superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje.

2.3 Bases filosóficas

2.3.1. Filosofía de la ingeniería

Esto no significa que la filosofía de la ingeniería sea un campo emergente, sino más bien en constante desarrollo. A lo largo del siglo XXI, esforzarse por crear una sociedad de filosofía de la ingeniería responsable de establecer prioridades como la investigación clara y promover actividades de divulgación. Pese a que las afirmaciones de que esta filosofía está dominada por la filosofía de la tecnología en ciertos campos, se tienen como compromiso recordar que todavía es un tema emergente. (Jaramillo, 2014)

2.3.1.1. Filosofía de la ingeniería estructural

Sobre la base de un plan de investigación y de acuerdo con los requisitos técnicos especificados para el caso, se llevará a cabo una valoración funcional y estructural para evaluar la degradación de la carretera en estudio, lo que permitirá la rehabilitación de las condiciones del pavimento.

(PCI Index)

Depende del tipo, intensidad, cantidad o densidad del daño. Debido a la variedad de escenarios que se pueden imaginar, es difícil desarrollar un índice que tenga en cuenta los tres elementos. Para superar este obstáculo, se agregaron "valores inferidos" como ejemplos de factores de ponderación para representar que tanto perjudica cada composición de grado de daño.

El PCI se calcula utilizando los resultados de una lista de verificación visual del estado del pavimento, que identifica el grado, la gravedad, por último, la cuantía de cada tipo de perjuicio. PCI fue creado para indexar la integridad estructural y el estado operativo de las superficies. El informe referente a los perjuicios recopilada en el marco del inventario proporciona una comprensión clara del origen del daño y su relación con la carga o las condiciones climáticas (Manual del PCI)

2.4. Definición de términos básicos.

2.4.1. Pavimento: “una estructura con capas en la subrasante que resiste y transmite las presiones impuestas por los vehículos en movimiento” (MEF, 2015).

2.4.2 Pavimento Flexible: “una construcción con capas en la subrasante que resiste y transmite las tensiones provocadas por los vehículos en movimiento” (MEF, 2015).

2.4.3 Vehículos: “los automóviles son necesarios para la gestión de entrada a algún tramo que tendrá un gran número de tamaños y cantidades viajando a través de las vías” (MTC, 2018).

2.4.4 Subbase: porción del hormigón asfaltado sirve para transferir, sostener y repartir aquellas cargas que serán soportadas por la capa de mezcla bituminosa.

2.4.5 Fallas: “es la consecuencia de un mal diseño y construcción, pero también el efecto del deterioro inevitable a través del tiempo y de los cambios climáticos” (IJR, 2017).

2.4.6 Piel de cocodrilo: “fallas que se generarán por grietas o fisuras que darán lugar a la formación de polígonos irregulares con ángulos agudos” (MTC, 2013).

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general.

Al efectuar la evaluación superficial de pavimentos flexibles mediante el método (PCI) y el Software EvalPav, se determina el estado de conservación de la Av. Centenario, Santa María-2021.

2.5.2. Hipótesis específicas.

Al identificar los parámetros de evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible según la metodología PCI se conoce el estado de conservación de la Av. Centenario, Santa María-2021.

Al calcular el PCI se conoce el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.

Al establecer la condición de todas las muestras se conoce el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.

2.6. Operacionalización de las variables.

Utilizando el enfoque estandarizado de evaluación de la superficie del PCI, un pavimento al ser valorado se realizará un segmento particular de una carretera para evaluar su situación de utilidad o rendimiento. (SCT, 2014)

OPERACIONALIZACION DE VARIABLE				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable X1: Evaluación en fallas estructurales pavimento flexible	Evaluar las condiciones del pavimento es extremadamente importante ya que ayuda a identificar los problemas existentes en la superficie. Esto permite tomar las medidas adecuadas para solucionar problemas y mejorar la seguridad de los peatones. Parra (2018)	Se necesitan diferentes procedimientos de evaluación para cada tipo de pavimento que se inspecciona, ya que los factores de pavimento flexible varían según cada ubicación.	Pavimento flexible	Tipos de pavimentos
				Componentes
				Ciclo de vida
			Defecto del pavimento	19 tipos de defectos
Variable X2: Método PCI	El PCI mide las superficies de las carreteras en la mayor medida posible. Es un índice integral que separa las carreteras en categorías rígidas y flexibles, determinadas por su valor PCI. Luis Vásquez (2018)	El PCI ayuda a determinar la salud del pavimento al determinar cuánto daño se ha hecho, qué tan grave es y cuántas piezas están afectadas. También tiene en cuenta la densidad del daño y el tipo de daño.	Parámetros de evaluación.	Clase
				Severidad
				Extensión
			Cómputo del PCI.	Cálculo de valores deducidos
				Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos
				Cálculo del máximo valor deducido corregido
				Calcular el PCI
			El PCI del hormigón asfaltado en todas las muestras medidas.	- Excelente
				- Muy bueno
				- bueno
- regular				
				- malo
				- muy malo
				- fallado

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño Metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación.

“Aquel estudio explora los efectos de la aplicación, porque busca cambiar, modificar o crear cambios en un área específica del mundo real” (Carrasco, 2006).

3.1.2. Nivel.

Es descriptiva porque describe la realidad tal y como existe en el terreno sin afectarla significativamente.

3.1.3. Diseño.

No experimental, ya que examina y caracteriza la cuestión en su entorno natural, sin necesidad de un laboratorio o de experimentos particulares, además de evaluar e investigar los hechos y sucesos de la realidad después de que hayan ocurrido. (Carrasco, 2006)

3.1.4. Enfoque de Investigación.

“Un trabajo investigativo cuantitativo requiere que consideremos los valores numéricos de los objetos medidos. Esto se debe a que los números se pueden expresar numéricamente y en diversos grados.” (Carrasco, 2006).

Por ello, el estudio es cuantitativo, ya que los datos obtenidos se examinarán a partir de una mensuración matemática.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población.

La Avenida Centenario en Santa María, objeto de investigación planteado, tiene una longitud de 2050 metros. En consecuencia, la población utilizada para esta investigación de tesis será la población de esa calle.

3.2.2. Muestra.

Para utilizar el enfoque PCI, en primer lugar, es esencial dividir la sección de estudio en unidades de muestreo que cumplan los siguientes criterios: en el caso de las carreteras con hormigón asfaltado que posee un ancho menor que 7.30 metros, la superficie de la muestra necesariamente estará comprendida entre 230.0 ± 93.0 m².

Tabla 4.

Longitudes de Unidades de Muestreo.

<i>Ancho de Sección (m)</i>	<i>Longitud de la U.M (m)</i>
5	60
5.5	55
6	50
6.5	45
7.3 (máximo)	40

Fuente: (Vásquez, 2002)

Para establecer el número mínimo de cifras, se utilizará la ecuación 1, que especifica el número de unidades que deben examinarse en cada sección basándose en una estimación fiable al 95% del PCI±5 de la media real.

Ecuación 1. Número mínimo de cifras de ejemplares.

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

Dónde: n es la cantidad mínima de muestras a evaluar (redondeada al entero), N es la cantidad total de muestras a lo largo del pavimento, e es el error admisible para la sección según el PCI (e = 5%) Y σ es la desviación estándar del PCI.

Según Vásquez (2002), se debe suponer que los pavimentos asfálticos tienen una desviación estándar del PCI igual a 10. No obstante, esta presunción tiene que comprobarse calculando la desviación típica real mediante la Ecuación 2.

Ecuación 2. Desviación PCI

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{PCI}_i^2 - \text{PCIs}^2}{n - 1}}$$

PCI_i: valor PCI de las cifras de ejemplares inspeccionadas.

PCIs: valor PCI de la sector.

n: número de unidades de muestreo inspeccionadas.

En el caso que n resulte ser menor al valor mínimo de n determinado en la ecuación anterior, no se requerirán más unidades de muestra; en caso contrario, se seleccionarán muestras adicionales aleatorias (igualmente espaciadas)

Selección

Según Vásquez (2002), las cifras tienen que estar uniformemente espaciadas, y la cifra inicial alcanza ser seleccionada al azar. El intervalo de la muestra dependerá de:

Ecuación 3. Intervalo del PCI.

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

N: Número total de cifras de ejemplares.

n: Unidades de ejemplar cuyo fin es valorarla.

i: Intervalo de ejemplar.

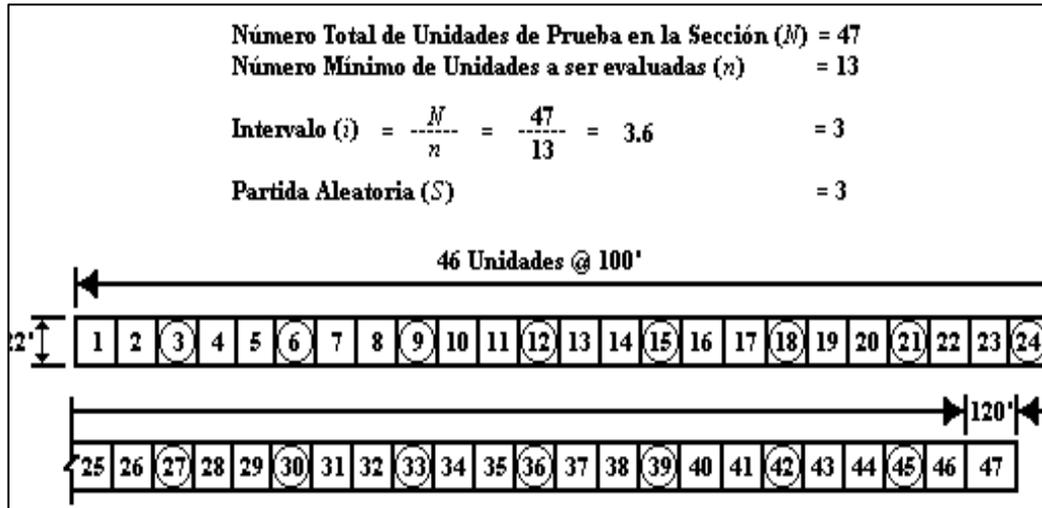


Figura 23. Ejemplo M. Sistemático Aleatorio.

La carretera investigada tiene una anchura de 6,00 m, y se ha subdividido en 13 unidades de muestreo con una longitud de 50 m cada una, lo que supone una superficie de unidad de muestreo de 300 m².

3.3. Técnicas de recolección de datos

Según Arias (2012), en la investigación científica, la técnica "se utiliza para investigar el proyecto como parte del método científico.

Se empleará la observación como método de recopilación de datos ya que es necesario resolver el tema para comprobar la hipótesis. También se incluyeron como referencias los manuales de la metodología aplicable y las normas técnicas sobre los fallos del pavimento de proyectos de investigación anteriores. Se han encontrado fuentes importantes para este estudio. Hoja de informe de campo. Un documento registrará todos los antecedentes recopilados durante la inspección visual, incluida la fecha, la localización, la pieza, el tamaño de la cifra del ejemplar, el tipo de defecto, la gravedad, el nombre y el nombre de la persona formal de la inspección.

Odómetro Manual. Dispositivo de medición de distancia utilizado en calles, autopistas, carreteras, etc.

- Regla. Determinación de la deformación longitudinal y transversal del pavimento investigado.
- Programas informáticos para el tratamiento de los datos. Excel y EVALPAV.
- Importación y exportación de hojas de Microsoft Excel.

Procedimiento.

Según Arias (2012), los instrumentos se convierten en "recursos para el almacenamiento conveniente de información basado en la extracción de información de fuentes confiables". El proceso de valoración de PCI consta de dos fases:

- La primera es el trabajo de campo, que consiste en la recogida de datos mediante la observación visual.

Técnica: Metodología PCI

- La segunda fase consiste en presentar los datos obtenidos al programa para que realice los cálculos de acuerdo con el enfoque PCI.

Técnica: Metodología PCI

Instrumento: Excel y Evalpav.

Recolección de datos.

La evaluación visual debe tener en cuenta la selección de cifras indicada. Es importante la seguridad de los empleados que examinarán las unidades. Dado que la aproximación requiere la interrupción del tráfico, es vital tomar medidas de seguridad, como una señalización adecuada, y desarrollar métodos de evaluación para la carretera.

Instrumentos de datos.

De acuerdo con la técnica del PCI, se utilizó un formulario de evaluación estructurado para recoger los datos. Esto permite capturar todos los datos destacados de la carretera, que posteriormente se examinaron: nombre de la carretera, anchura de la carretera, unidad de muestreo, sección, progresiva inicial, progresiva final, etc.

La primera etapa consiste en identificar cada forma de avería. En este caso, hay 19 variedades de pavimento flexible, y se divide en tres intensidades: baja, media y alta. Una vez reconocidas, se ordenan de acuerdo con el siguiente formato:

- Los tipos de fallo se pondrá en la cifra por categoría que indica la gravedad y el tipo de cada falla.

- El área ocupada por el defecto se pondrá en cantidad. Si hay muchas cantidades del mismo defecto con el mismo nivel de gravedad, se pondrán unas al lado de otras para poder calcular la cantidad total. En el pilar del total se insertará el producto logrado.

3.4. Técnicas de la información

Las informaciones adquiridas en la región estudiada se procesaron mediante una hoja de cálculo elaborada con la técnica PCI y se completaron con los datos obtenidos en el examen visual.

Dispositivos de procesamiento de información

Se dispuso de Excel y EvalPav con el fin de procesar nuestra información. Excel nos permite la captura y procesamiento de datos que no pasan las inspecciones visuales, así como la generación de cuadros estadísticos que resumen los resultados. El segundo permite calcular y exportar un resumen de los resultados de PCI.

Plan De Análisis.

Aquellos productos incluirán lo próximamente mencionado: Localización de la zona de investigación (Avenida del Centenario en el Distrito de Santa María-2021). Para un análisis más exhaustivo, el análisis se llevará a cabo utilizando un amplio conocimiento de la ubicación seccionada de la región investigada. Para poder crear cuadros de evaluación, será necesario definir los distintos tipos de enfermedades y evaluar la infraestructura en general. Toda la información se complementa con una hoja de cálculo generada de acuerdo con el enfoque del PCI utilizando Excel tanto como el programa de EvalPav.

Programa Evalpav.

Rodas e Ybarra (2018) toma como referencia al MTC (2015), para el uso del programa EvalPav desarrollado por el Ing. Zabala y la Dirección de Estudios Especiales de la Dirección General de Carreteras y Ferrocarriles del citado ministerio. Este programa tiene como principal función la evaluación del estado de la superficie de pavimentos respecto a su mantenimiento, mejora y rehabilitación, optimiza la toma de datos en campo y optimiza el tiempo con el procesamiento de datos, así como el nivel de credibilidad y sus cualidades con la finalidad que se facilite la asimilación o aclaración calidad y el grado de confiabilidad para hacer más fácil la interpretación de aquellos productos logrados cuyo fin será plantear propuestas provechosas de optativas de solución.



Figura 24. Programa Evalpav.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Descripción del proyecto.

En Lima, se encuentra la zona de estudio, específicamente está situada en la Av. Centenario en la jurisdicción de Santa María, Huaura. En este barrio, la avenida Centenario se extiende desde el inicio del Óvalo de Huacho hasta su cruce con la avenida La Libertad en el barrio de Santa María. La longitud de la citada avenida es de 2050 metros.



Figura 25. Extensión de la vía que pertenece a la Av. Centenario.

4.1.2. Características del ejemplar.

Cuenta con un largo de 2050 metros; una amplitud de hormigón asfaltado igual a 6.00 metros presentando dos sentidos sin separador y con tipo de pavimento flexible o con mezcla bituminosa.

a) Muestreo y Cifras de ejemplares.

La sección (2.1.7) de la norma ASTM D6433 nombra que entre los rangos de 230±93 metros cuadrados se tomarán como área ejemplar. Se tomarán como Máx igual a 323,00 metros cuadrados y con un Mín igual a 137,00 metros cuadrados. Se cuenta con 00+000 - 02+050 piezas que se analizarán.

Si se cuenta con una longitud de la pista igual 2050 metros; una amplitud de hormigón asfaltado igual a 6 metros; asimismo posee una longitud de muestra de 50 metros; entonces, el área de muestra nos estaría cuadrando con un área ejemplar igual a 300 metros cuadrados. Cuyo resultado está cumpliendo con el rango que se plasma en la norma ASTM D6433.

Con lo obtenido se contará con los siguientes datos:

$N = 41$ ejemplares en su totalidad

$s = 10$ desviación típica, ASTM D6433

$e = 5\%$ de inexactitud tolerable, ASTM D6433

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

Aplicando la fórmula

$$n = \frac{41 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (41 - 1) + 10^2} = 11.7$$

Redondeando lograremos que n es igual a 11 tramos a ser evaluadas de los 41 tramos.

b) Elección de cifras de muestreo ASTM D6433.

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

$$i = \frac{41}{11} = 3.7$$

Por lo tanto, al redondear en nuestro muestreo existirá 4 intervalos.

c) Bosquejo del hormigón asfaltado para ejemplar.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400	0+450	0+500	
1				2				3			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
0+500	0+550	0+600	0+650	0+700	0+750	0+800	0+850	0+900	0+950	01+000	
		4				5					
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
01+000	01+050	01+100	01+150	01+200	01+250	01+300	01+350	01+400	01+450	01+500	
6				7				8			
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
01+500	01+550	01+600	01+650	01+700	01+750	01+800	01+850	01+900	01+950	02+000	02+050
		9				10				11	

Figura 26. Diagrama de cotas de análisis del hormigón asfaltado.

Al anhelar suplementar la operación de inspección se utilizó la técnica descrita en el cuadro siguiente, que dio como resultado las siguientes muestras a analizar:

Una vez introducidos los datos, el programa genera automáticamente el índice de estado del pavimento.

Tabla 5.

División de las secciones del tramo de la vía en cifras de ejemplares.

UND. MUESTRAL	COTA INICIAL	COTA FINAL	TIPO DE PAVIMENTO	AREA (m2)
<i>UM-01</i>	<i>00+000</i>	<i>00+050</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-02</i>	<i>00+200</i>	<i>00+250</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-03</i>	<i>00+400</i>	<i>00+450</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-04</i>	<i>00+600</i>	<i>00+650</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-05</i>	<i>00+800</i>	<i>00+850</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-06</i>	<i>01+000</i>	<i>01+050</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-07</i>	<i>01+200</i>	<i>01+250</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-08</i>	<i>01+400</i>	<i>01+450</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-09</i>	<i>01+600</i>	<i>01+650</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-10</i>	<i>01+800</i>	<i>01+850</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>
<i>UM-11</i>	<i>02+000</i>	<i>02+050</i>	<i>Flexible</i>	<i>300</i>

Fuente: Elaboración Propia.

Siga estos pasos para adquirir la información: Tras identificar las muestras, se procede a rellenar el formulario del Anexo 2.

4.1.3. Aplicación y Análisis del PCI mediante el (Software EvalPav).

Tras la importación de datos, la aplicación calcula automáticamente el índice de estado del pavimento.

Cifra de Ejemplar – 01

La puntuación del PCI de la cifra del ejemplar UM-01 resultó 48, lo que la situaba en una condición REGULAR.

Sector: 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 001 Área de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+000 Progresiva final: 00+050
 Inspeccionado por: SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE
 Fecha: 30/04/2022 Muestra adicional:

m: 6.33 VRC: 52 PCI: 48 Regular

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
1	H	0,2	1,0	0,6	1,0	4,0						6,8	2,3	42
1	M	1,0										1,0	0,3	13
10	H	1,0										1,0	0,3	4
11	H	1,0										1,0	0,3	11
11	M	1,0										1,0	0,3	5
3	H	2,0										2,0	0,7	5
3	L	1,0										1,0	0,3	-1
3	M	0,5										0,5	0,2	0

Figura 27. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 01.

TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
1	H	3	41	0,6	1	0,6
1	H	5	27	2	2	4
1	H	3	25	0,5	0,3	0,15
1	H	3	18	1	0,5	0,5
1	H	2	10	1	1	1
1	H	2	1	0,5	1	0,5
1	M	4	30	1	1	1
10	H	2	26	1	0	1
11	H	2	48	1	1	1
11	M	1	45	1	1	1
3	H	5	32	1	1	1
3	H	3	15	1	1	1
3	L	3	28	1	1	1

Figura 28. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 01.

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	41	1	1	1
	1	H	5	27	2	2	4
	1	H	3	25	0,5	1	0,5
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	10	M	4	30	1	0	1
	10	M	2	26	1	0	1
	11	H	2	48	1	1	1
	11	H	2	10	1	1,2	1,2
	11	M	1	45	1	1	1
	13	H	3	18	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	28	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1

Figura 30. Tabla de clasificación de atributos con respecto al pavimento del ejemplar 02.

Los siguientes fallos fueron identificados como de gravedad media.

- Fallos de baja gravedad. Hay fracturas longitudinales y transversales.
- Fallos de una probabilidad que acontezca medio. Craqueo por fatiga con fisuras longitudinal y transversales.
- Fallos de gravedad extrema Piel de cocodrilo

Cifra de Ejemplar – 03

La puntuación del PCI de la cifra UM-03 fue 37, lo que la situaba en una condición POBRE.

Sector: 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 003 Area de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 00+400 Progresiva final: 00+450
 Inspeccionado por: SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE
 Fecha: 30/04/2022 Muestra adicional:

m: 6.51 VRC: 63 PCI: 37 Pobre:

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregado

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	1	H	0,5	2,0									2,5	0,8	28
	1	M	1,0										1,0	0,3	13
	10	H	1,0										1,0	0,3	4
	10	M	1,0										1,0	0,3	-1
	11	H	1,0	4,0									5,0	1,7	23
	13	H	0,5	1,0									1,5	0,5	40
	13	L	1,0										1,0	0,3	9
	3	H	2,0										2,0	0,7	5
	3	M	0,5										0,5	0,2	0

Figura 31. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 03.

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	41	1	1	1
	1	H	2	10	1	1	1
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	1	M	1	45	1	1	1
	10	H	2	26	1	0	1
	10	M	4	21	1	0	1
	11	H	2	46	1	1	1
	11	H	5	27	2	2	4
	13	H	3	25	0,5	1	0,5
	13	H	3	18	1	1	1
	13	L	3	28	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1

Figura 32. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 03.

Los siguientes fallos fueron identificados como de gravedad media.

- Fallos de baja gravedad. Hay fracturas longitudinales y transversales.
- Fallos de grado de severidad.

Cifra de Ejemplar – 04

La puntuación del PCI de la cifra UM-04 fue 38, lo que la situaba en una condición POBRE.

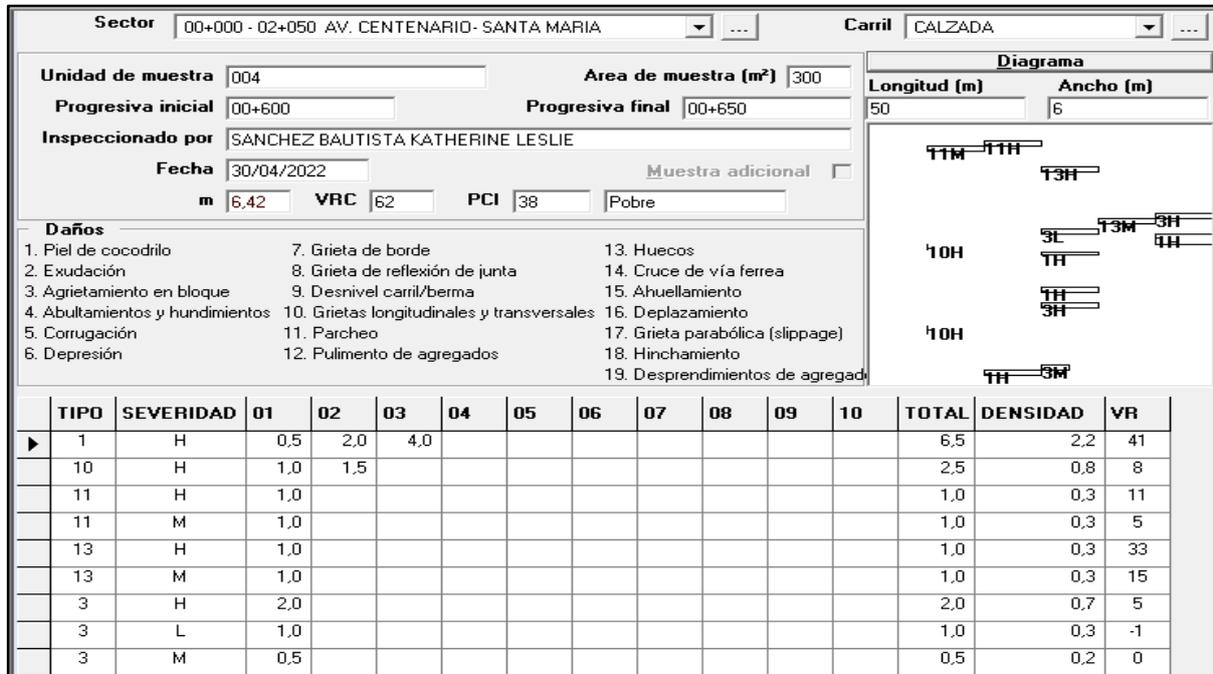


Figura 33. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 04.

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	5	27	2	2	4
	1	H	3	25	0,5	1	0,5
	1	H	3	18	1	1	1
	1	H	2	2	1	1	1
	10	H	1	26	1	0	1
	10	H	1	10	1,5	0	1,5
	11	H	2	46	1	1	1
	11	M	1	45	1	1	1
	13	H	3	41	1	1	1
	13	M	4	31	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1
	3	L	3	29	1	1	1

Figura 34. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 04.

Los siguientes fallos fueron identificados como de gravedad media.

- Fallos de baja gravedad. Hay fracturas longitudinales y transversales.
- Fallos de grado de severidad.

Cifra de Ejemplar – 05

La puntuación del PCI de la cifra UM-05 fue 39, lo que la situaba en una condición POBRE.

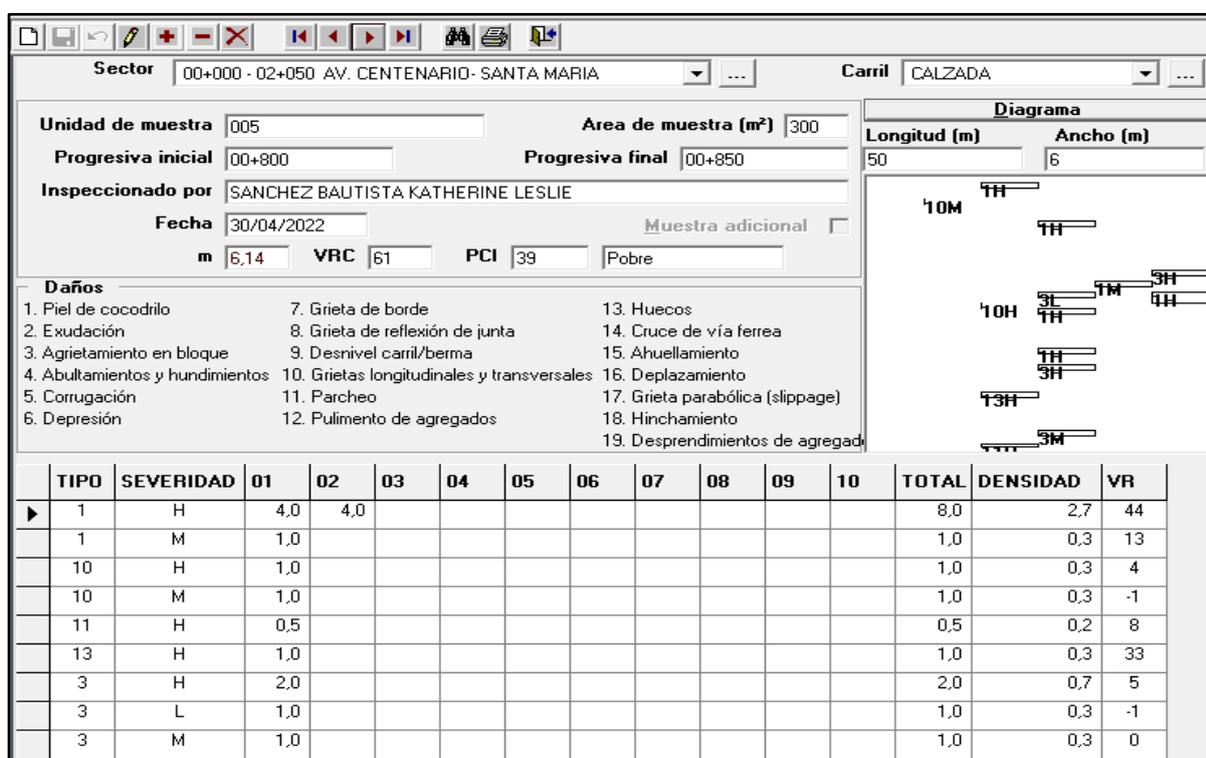


Figura 35. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 05.

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	2	48	1	1	1
	1	H	3	41	1	1	1
	1	H	5	27	2	2	4
	1	H	3	25	1	1	1
	1	H	3	18	1	1	1
	1	M	4	30	1	1	1
	10	H	2	26	1	0	1
	10	M	1	45	1	0	1
	11	H	2	1	0,5	1	0,5
	13	H	2	10	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1
	3	L	3	28	1	1	1

Figura 36. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 05.

Los siguientes fallos fueron identificados como de gravedad media.

- Fallos de baja gravedad. Hay fracturas longitudinales y transversales.
- Fallos de gravedad media.

Cifra de Ejemplar – 06

La puntuación del PCI de la cifra UM-06 fue 30, lo que la situaba en una condición POBRE.

Sector: 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO - SANTA MARIA Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 006 Área de muestra (m²): 300

Progresiva inicial: 01+000 Progresiva final: 01+050

Inspeccionado por: SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE

Fecha: 30/04/2022 Muestra adicional:

m: 6,05 VRC: 70 PCI: 30 Pobre

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
1	H	0,5	0,6	2,0	4,0							7,1	2,4	43
10	H	1,0										1,0	0,3	4
10	M	1,0										1,0	0,3	-1
11	H	1,0										1,0	0,3	11
11	M	1,0										1,0	0,3	5
13	H	2,0										2,0	0,7	45
3	H	2,0										2,0	0,7	5
3	L	1,0										1,0	0,3	-1

Figura 37. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 06.

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	41	0,6	1	0,6
	1	H	5	29	2	2	4
	1	H	3	25	1	1	1
	1	H	2	10	1	1	1
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	10	H	2	28	1	0	1
	10	M	3	3	1	0	1
	11	H	2	49	1	1	1
	11	M	1	45	1	1	1
	13	H	4	31	1	1	1
	13	H	3	17	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1

Figura 38. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 06.

Los siguientes fallos fueron identificados como de gravedad media.

- Fallos de baja gravedad. Hay fracturas longitudinales y transversales.
- Fallos de gravedad moderada.

Cifra de Ejemplar – 07

La puntuación del PCI de la cifra UM-07 fue 31, lo que la situaba en una condición POBRE.

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
1	H	0,5	1,5									2,0	0,7	25
10	M	1,0										1,0	0,3	-1
11	H	1,0	4,0									5,0	1,7	23
11	M	1,0										1,0	0,3	5
13	H	4,0										4,0	1,3	58
3	H	2,0										2,0	0,7	5
3	L	1,0										1,0	0,3	-1
3	M	2,0										2,0	0,7	0

Figura 39. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 07.

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	26	1,5	1	1,5
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	10	M	3	3	1	0	1
	11	H	2	49	1	1	1
	11	H	5	29	2	2	4
	11	M	1	47	1	1	1
	13	H	3	41	1	1	1
	13	H	4	31	1	1	1
	13	H	3	17	1	1	1
	13	H	2	10	1	1	1
	3	H	5	34	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1
	3	L	3	30	1	1	1

Figura 40. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 07.

Se descubrió que los siguientes fallos eran graves.

- Fallos con un nivel de gravedad bajo. Grietas en dirección longitudinal y transversal.
- Fallos de gravedad moderada. Piel de cocodrilo.

Cifra de Ejemplar – 08

La puntuación del PCI de la cifra UM-08 fue 30, lo que la situaba en una condición POBRE.

Sector		00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA										Carril		CALZADA		
Unidad de muestra	008	Area de muestra (m ²)	300										Diagrama		Longitud (m)	Ancho (m)
Progresiva inicial	01+400	Progresiva final	01+450										50	6		
Inspeccionado por	SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE															
Fecha	30/04/2022												Muestra adicional	<input type="checkbox"/>		
m	5.96	VRC	70	PCI	30	Pobre										
Daños																
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos														
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea														
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento														
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento														
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)														
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento														
		19. Desprendimientos de agregados														
TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR		
▶ 1	H	0,5	1,0	1,5	1,8	4,0						8,8	2,9	46		
11	H	1,0										1,0	0,3	11		
11	M	2,0										2,0	0,7	8		
13	H	1,3										1,3	0,4	37		
13	M	2,0										2,0	0,7	24		
3	H	2,0										2,0	0,7	5		
3	L	1,0										1,0	0,3	-1		

Figura 41. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 08.

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	41	1	1,8	1,8
	1	H	5	29	2	2	4
	1	H	3	26	1,5	1	1,5
	1	H	2	9	1	1	1
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	11	H	2	48	1	1	1
	11	M	1	45	1	1	1
	11	M	2	28	1	1	1
	13	H	3	17	1	1,3	1,3
	13	M	4	31	1	1	1
	13	M	3	3	1	1	1
	3	H	5	35	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1

Figura 42. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 08.

Se descubrió los siguientes fallos que eran graves.

- Fallos con un nivel de gravedad bajo. Grietas en dirección longitudinal y transversal.
- Fallos de gravedad moderada.

Cifra de Ejemplar – 09

La puntuación del PCI de la cifra UM-09 fue de 22, lo que la situaba en una condición POBRE.

Sector: 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA Carril: CALZADA

Unidad de muestra: 009 Area de muestra (m²): 300
 Progresiva inicial: 01+600 Progresiva final: 01+650
 Inspeccionado por: SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE
 Fecha: 30/04/2022 Muestra adicional:
 m: 4.4 VRC: 78 PCI: 22 Muy Pobre

Diagrama
 Longitud (m): 50 Ancho (m): 6

Daños

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	1	H	0,5	1,0	2,8	4,0							8,3	2,8	45
	10	H	2,0										2,0	0,7	7
	10	M	1,0										1,0	0,3	-1
	11	M	1,3										1,3	0,4	6
	13	H	1,0	1,3	1,4	1,5							5,2	1,7	63
	3	H	1,0										1,0	0,3	2
	3	L	1,6										1,6	0,5	-1

Figura 43. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 09.

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	5	29	2	2	4
	1	H	3	25	1,4	2	2,8
	1	H	2	10	1	1	1
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	10	H	2	28	1	0	1
	10	H	3	15	1	0	1
	10	M	3	3	1	0	1
	11	M	1	44	1	1,3	1,3
	13	H	2	48	1,5	1	1,5
	13	H	3	41	1,4	1	1,4
	13	H	4	31	1	1	1
	13	H	3	17	1	1,3	1,3
	3	H	5	32	1	1	1

Figura 44. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 09.

Los siguientes fallos fueron identificados como de cierta gravedad.

- Fallos con nivel de severidad bajo.
- Fallos con un grado moderado.

Unidad de Muestra – 10

La puntuación PCI de la UM-10 fue de 28, lo que indica que está en estado pobre.

Sector 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA		Carril CALZADA	
Unidad de muestra 010	Area de muestra (m²) 300	Diagrama	
Progresiva inicial 01+800	Progresiva final 01+850	Longitud (m) 50	Ancho (m) 6
Inspeccionado por SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE			
Fecha 30/04/2022	Muestra adicional <input type="checkbox"/>		
m 5,68	VRC 72	PCI 28	Pobre
Daños			
1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos	
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía ferrea	
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento	
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento	
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)	
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento	
		19. Desprendimientos de agregados	

	TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
▶	1	H	0,5	1,0	1,3	1,4	4,0						8,2	2,7	45
	10	M	1,0										1,0	0,3	-1
	11	H	1,4										1,4	0,5	14
	11	M	1,0										1,0	0,3	5
	13	H	0,5	2,0									2,5	0,8	49
	3	H	2,0										2,0	0,7	5
	3	L	1,0										1,0	0,3	-1

Figura 45. Generación de información en el programa EvalPav para muestra 10.

	TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
	1	H	5	29	2	2	4
	1	H	3	25	1,4	1	1,4
	1	H	2	10	1	1	1
	1	H	2	1	0,5	1	0,5
	10	M	3	3	1	0	1
	11	H	2	49	1,4	1	1,4
	11	M	1	45	1	1	1
	13	H	4	31	1	1	1
	13	H	2	28	0,5	1	0,5
	13	H	3	17	1	1	1
	3	H	5	32	1	1	1
	3	H	3	15	1	1	1
	3	L	3	30	1	1	1

Figura 46. Tabla de clasificación de atributos Los siguientes fallos fueron identificados como de cierta severidad.

- Fallos con una probabilidad que acontezca bajo. Hay fisuras longitudinales y transversales
- Fallos con una probabilidad que acontezca medio.

Cifra de Ejemplar – 11

La puntuación PCI de la UM-11 fue de 26, lo que indica que está en estado pobre.

Sector		00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA										Carril		CALZADA		
Unidad de muestra	011	Area de muestra (m²)	300										Diagrama			
Progresiva inicial	02+000	Progresiva final	02+050										Longitud (m)	Ancho (m)		
Inspeccionado por	SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE										50	6				
Fecha	30/04/2022	Muestra adicional	<input type="checkbox"/>													
m	5,32	VRC	74	PCI	26	Pobre										
Daños																
1. Piel de cocodrilo		7. Grieta de borde		13. Huecos												
2. Exudación		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de vía ferrea												
3. Agrietamiento en bloque		9. Desnivel carril/berma		15. Ahuellamiento												
4. Abultamientos y hundimientos		10. Grietas longitudinales y transversales		16. Desplazamiento												
5. Corrugación		11. Parcheo		17. Grieta parabólica (slippage)												
6. Depresión		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento												
				19. Desprendimientos de agregados												
TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR		
1	H	2,0	1,6	4,0								7,6	2,5	44		
10	M	1,0										1,0	0,3	-1		
11	H	3,0										3,0	1,0	19		
11	M	1,0										1,0	0,3	5		
13	H	2,0	1,2									3,2	1,1	53		
3	H	1,0										1,0	0,3	2		
3	L	1,0										1,0	0,3	-1		

Figura 47. Generación de información en el programa EvalPav para el ejemplar 11.

	TIPO	SEVERIDA	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
▶	1	H	3	41	1	1	1
	1	H	5	29	2	2	4
	1	H	2	10	1	1	1
	1	H	2	1	1,6	1	1,6
	10	M	3	3	1	0	1
	11	H	2	48	1	1	1
	11	H	2	28	1	1	1
	11	H	3	25	1	1	1
	11	M	1	45	1	1	1
	13	H	4	31	1	1	1
	13	H	3	17	1	1	1
	13	H	3	15	1,2	1	1,2
	3	H	5	32	1	1	1

Figura 48. Tabla de clasificación de atributos para el pavimento del ejemplar 11.

Los siguientes fallos fueron identificados como de cierta severidad.

- Fallos con una probabilidad que acontezca baja. Hay fisuras longitudinales y transversales
- Fallos con una probabilidad que acontezca medio. Craqueo por fatiga / Craqueo en bloque / Fisuras longitudinales y transversales.

4.2. Contratación de hipótesis

Resultado: Hipótesis general.

El estado de la Avenida Centenario, perteneciente a la jurisdicción de Santa María, Huaura, perteneciente al área departamental de Lima, se determinó mediante la valuación Exterior del hormigón asfaltado utilizando tecnología PCI y el programa Evalpav.

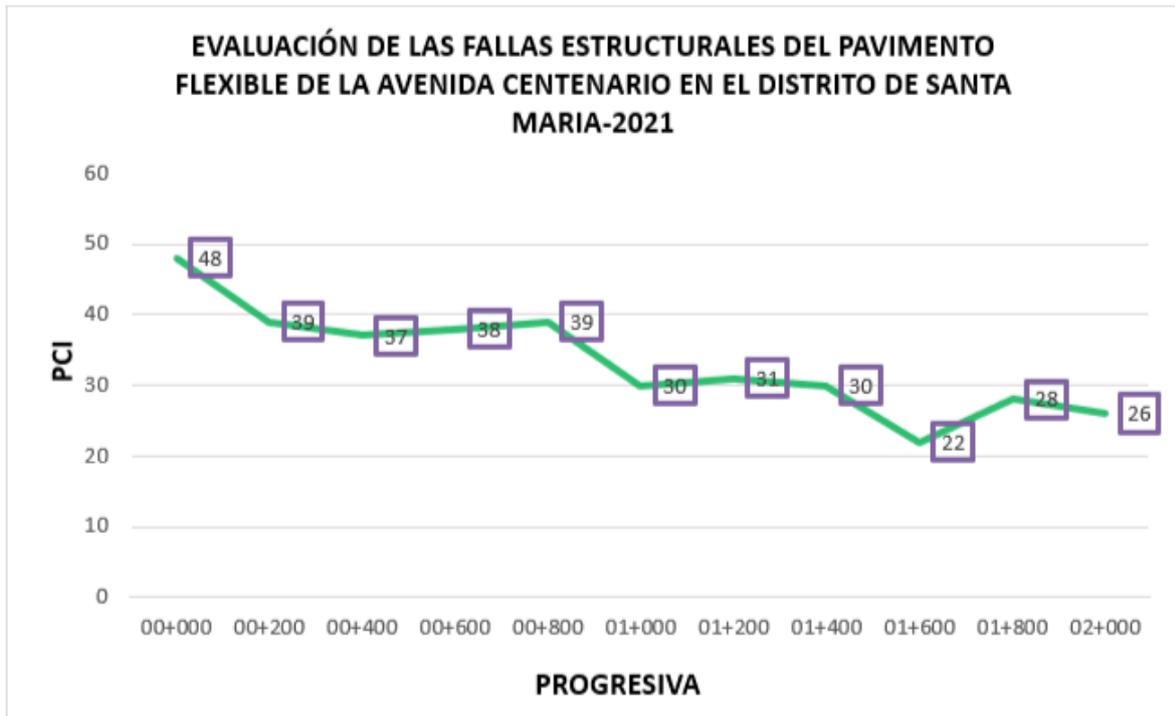


Figura 49. Resultados del PCI en cada cifra de ejemplar.

Tomando en consideración aquellos resultados logrados del estudio utilizando la metodología de evaluación de superficies PCI como también el apoyo del software EvalPav, para determinar el PCI del hormigón asfaltado, En definitiva, podemos mencionar que la hipótesis general es apoyada, permitiendo determinar la condición de la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María.

Resultado: Hipótesis específica 1.

Tomando aquellos principios de valuación del enfoque PCI ayudan a definir la situación en el que se encuentra el hormigón asfaltado en la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María. Los indicadores del enfoque PCI.

a) Tipo o clase de falla.

Tabla 6.

Tipos de desperfectos encontradas en el hormigón asfaltado de estudio.

TIPO DE FALLA
<i>Craqueo por fatiga</i>
<i>Craqueo en Bloque</i>
<i>Fisuras longitudinales y transversales</i>
<i>Parcheo</i>
<i>Huecos</i>

Nota: desperfectos encontrados en el hormigón asfaltado

Posteriormente se muestra una tabla de la proporción de defectos descubiertos en base a la tabla que contiene los defectos encontrados. Sólo se descubrieron 5 de los 19 defectos, siendo la piel de cocodrilo la de mayor proporción y la de parches la de menor.

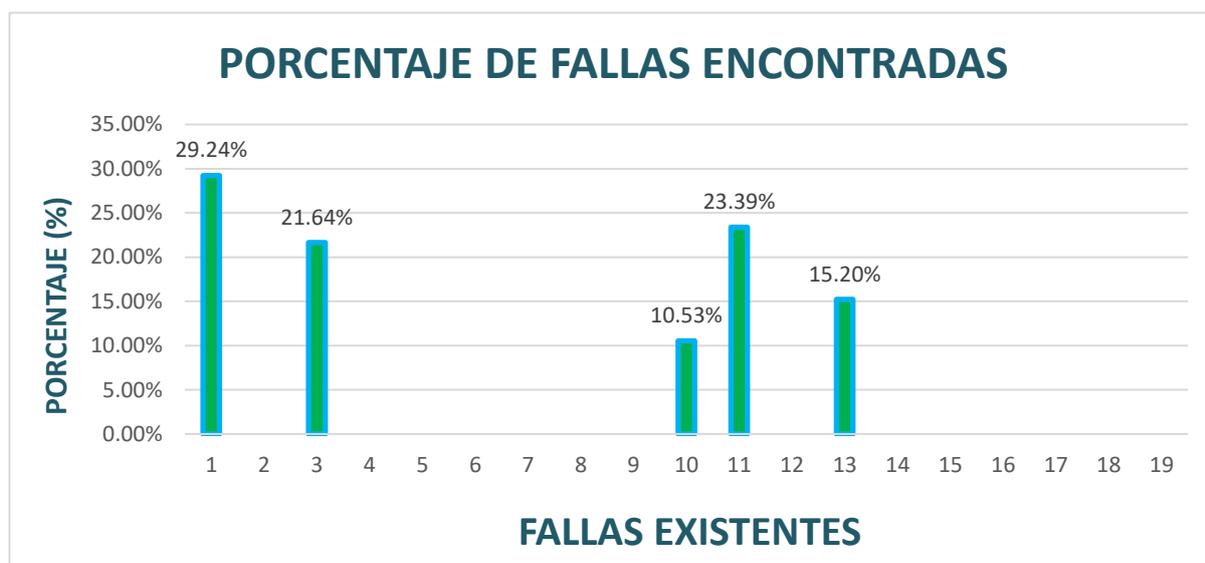


Figura 50. Porcentaje de fallas encontradas en el pavimento de estudio.

b) Severidad

En relación con esta medida, Mencionaremos los tres niveles de gravedad que se identificaron: leve, media y alta, que también son identificado en el idioma inglés como low, medium y hard. Cuyas proporciones para cada clase de gravedad fueron lo siguiente:

Tabla 7.

Porcentaje de severidad encontrados.

PORCENTAJE DE SEVERIDAD	
SEVERIDAD	PORCENTAJE
LOW	9,68%
MEDIUM	20,65%
HARD	69,68%

Fuente: Elaboración propia

c) Extensión

De acuerdo con la técnica, la extensión de las fallas varía en metros cuadrados para las fallas con extensión superficial, se identificarán como metro lineal en aquellos desperfectos que contengan una sola magnitud o dimensión, con respecto a aquellas que contengan otras unidades será para los vacíos.

Tabla 8.

Extensión de las Longitudes de Cifras de Ejemplares Asfaltadas encontradas.

Nº	TIPO DE FALLOS	Und	EXTENSION
1	Craqueo por fatiga	m ²	71.5
2	Exudación	m ²	
3	Craqueo en Bloque	m ²	35.6
4	Craqueos y Hundimientos	m ²	
5	Corrugación	m ²	
6	Depresión	m ²	
7	Fisura de Borde	m	
8	Fisura de Reflexión de junta	m	
9	Desnivel Carril / Berma	m	
10	Fisuras Longitudinales y Transversales	m	18
11	Parcheo	m ²	31.6
12	Pulimiento de Agregados	m ²	
13	Huecos	und	26,7
14	Cruce de vía férrea	m ²	
15	Ahuellamiento	m ²	
16	Desplazamiento	m ²	
17	Fisura Parabólica	m ²	
18	Hinchamiento	m ²	
19	Desprendimiento de Agregados	m ²	

Nota: Área de fallo de Cifras de Ejemplares Asfaltadas encontradas.

Por lo tanto, la hipótesis particular número 1 fue resuelta como válida, dado que fue factible identificar aquellos factores de valoración con sus respectivos inventarios, que serán utilizados evaluando el estado de conservación de los pavimentos.

Resultado: Hipótesis específica 2.

La evaluación del PCI permite establecer la situación en la que se conserva el pavimento con mezcla bituminosa en la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María. Cuando computamos el PCI del pavimento en promedio, resulta 34 con veracidad POBRE.

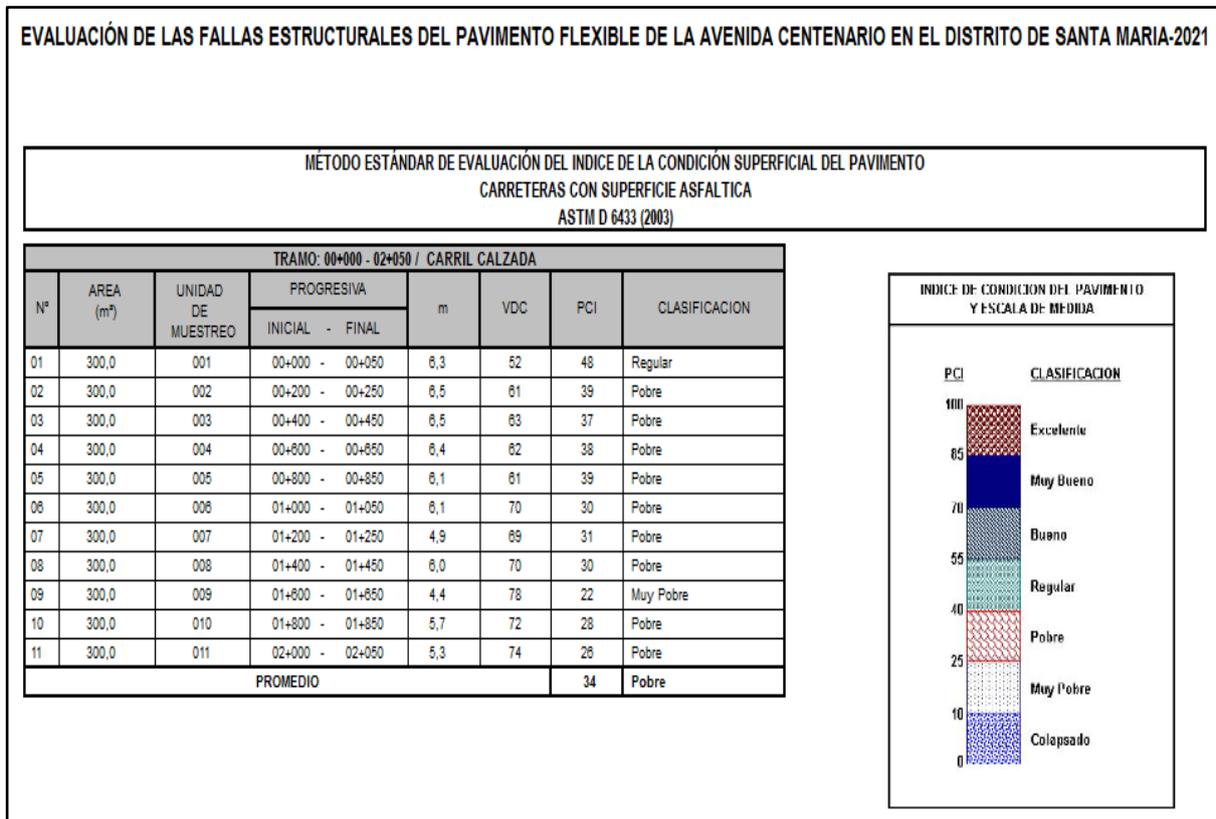


Figura 51. Clasificación del pavimento con mezcla bituminosa de la Av. Centenario localizado en la jurisdicción de Santa María según resultados del PCI.

Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes resultantes fueron el 9,68% con gravedad LIGERA, el 20,65% con gravedad MEDIA y el 69,68% con gravedad ALTA.

Tabla 9.

Porcentaje de severidad encontrados.

<i>PORCENTAJE DE SEVERIDAD</i>	
<i>SEVERIDAD</i>	<i>PORCENTAJE</i>
<i>LIGERA</i>	<i>9,68%</i>
<i>MEDIO</i>	<i>20,65%</i>
<i>ALTO</i>	<i>69,68%</i>

Fuente: Elaboración propia

A partir de la hipótesis específica 2 se determinó que se prueba la veracidad del enunciado ya que al analizar el significativo PCI en los ejemplares se pudo determinar la situación en la que se conserva el pavimento.

Resultado: H.E3.

Condición del pavimento.

Al apreciar el hormigón asfaltado en la Av. Centenario localizado en la jurisdicción de Santa María nos permite determinar la situación en el que se encuentra. Cada muestra de pavimento analizada contribuye al promedio de las 11 muestras, lo que permite un análisis preciso del estado de conservación de toda la calle. Esto se debe a que conocer el estado de cada sección de la muestra proporciona una visión directa del estado general de la calle.

TRAMO: 00+000 - 02+050 AV. CENTENARIO- SANTA MARIA / CARRIL CALZADA							
Nº	AREA (m²)	UNIDAD DE MUESTREO	PROGRESIVA	m	VDC	PCI	CLASIFICACION
			INICIAL - FINAL				
01	300,0	001	00+000 - 00+050	6,3	52	48	Regular
02	300,0	002	00+200 - 00+250	6,5	61	39	Pobre
03	300,0	003	00+400 - 00+450	6,5	63	37	Pobre
04	300,0	004	00+600 - 00+650	6,4	62	38	Pobre
05	300,0	005	00+800 - 00+850	6,1	61	39	Pobre
06	300,0	006	01+000 - 01+050	6,1	70	30	Pobre
07	300,0	007	01+200 - 01+250	4,9	69	31	Pobre
08	300,0	008	01+400 - 01+450	6,0	70	30	Pobre
09	300,0	009	01+600 - 01+650	4,4	78	22	Muy Pobre
10	300,0	010	01+800 - 01+850	5,7	72	28	Pobre
11	300,0	011	02+000 - 02+050	5,3	74	26	Pobre
PROMEDIO						34	Pobre

Figura 52. Tabla de Clasificación del pavimento con mezcla bituminosa de la Av. Centenario perteneciente a la jurisdicción de Santa María según resultados del PCI.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo como conclusión que toda la carretera tiene un PCI de 34 y se encuentra en estado MUY MALO el 9,09% de las veces, MALO el 81,81% de las veces, y REGULAR el 9,09% de las veces. Tras analizar el estado del pavimento de cada una de las 11 muestras, se determinó que hoy en día la situación del pavimento con mezcla bituminosa es POBRE.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Aquel pavimento flexible perteneciente a la Av. Centenario en la zona de Santa María generó un PCI con puntuación 34, que según el orden clasificación del procedimiento PCI se halla en una situación POBRE. En consecuencia, requiere de medidas de mantenimiento correctivo, las cuales fueron similares a estudios realizados anteriormente como el de Coripuna & Huanacchiri (2019) en el estudio de investigación que realizó una valuación exterior del hormigón asfaltado o con mezcla bituminosa con el sistema PCI cuyo propósito fue establecer en cómo se encontraba el estado de conservación en la Avenidas Manuel Gonzales Prada, Venus y El Trébol, dónde consiguió un resultado con un (PCI) de "25" que es un estado pobre y presentó 15 clases de fallos.

La ruta fue evaluada con éxito utilizando el enfoque PCI en la tesis de Medina & Mueras (2021). En la citada tesis, se determinó que la muestra del primer segmento de la carretera, indicó un mal estado con la necesidad de restauración. El segundo tramo de la carretera

indicó que su estado es satisfactorio y requiere un mantenimiento periódico, mientras que en el tercer tramo indicó que su estado es malo y requiere una rehabilitación.; además, se evaluó la muestra para determinar el grado de deterioro según el tipo de falla, lo que deja claro que, antes de realizar cualquier mejora, se debe determinar el estado del pavimento. Con respecto a esta tesis, se demuestra que el pavimento debe ser evaluado adecuadamente antes de realizar o planificar una renovación de la capa de rodadura con mezcla bituminosa para presentar el diseño que sea facultativamente el más practicable y accesible financieramente. Los resultados del estudio en cuestión siguieron el mismo enfoque de evaluación del pavimento, aportando datos cruciales sobre el proceso de evaluación y determinar su estado actual.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Utilizando EvalPav, ayudó a lograr establecer, mediante una evaluación visual de la Avenida Centenario en la zona de Santa María, que la parte que se tomó como muestra tenía un PCI de 34, lo que la clasifica como una capa de rodadura con mezcla bituminosa POBRE.
- Utilizando 11 unidades de muestra y los métodos adecuados, efectuamos el PCI con la intención de la estimación superficial del pavimento asfaltado con mezcla bituminosa dónde se encuentra la Av. Centenario en la zona de Santa María.
- Se reconoció la degradación del pavimento, y se descubrieron cinco de las diecinueve fallas enumeradas en la guía del PCI, incluyendo agrietamiento o cuarteo en bloque, grietas longitudinales, parches y vacíos.

- El fundamento que precisará el nivel de conservación del hormigón asfaltado con mezcla bituminosa es el examen de cada muestra arrojó que existen 5 clases de fallas como parámetros, cada una con tres grados de severidad (leve, moderada y severa) y longitudes variables.
- En conclusión, acerca del método PCI, se determinó que es confiable y preciso al momento de llevar a la práctica la apreciación exterior del hormigón asfaltado con mezclas bituminosas, porque identifica las fallas existentes y, según la normativa, es posible plantear una reparación o recuperación al pavimento con base en el PCI que genera para mejorar la preservación del mismo.

6.2. Recomendaciones

- Considere la posibilidad de utilizar EPP y accesorios de seguridad en futuras investigaciones que utilicen la técnica PCI, ya que, mientras se recogen las mediciones en el campo, el tráfico podría imposibilitar la actuación, lo que daría lugar a una serie de percances.
- En primer lugar, mientras se recogen los datos sobre el terreno, el evaluador debe instruirse sobre las características identificadas por la PCI de cada fallo, ya que su apariencia visual podría ser idéntica y, sin embargo, variar en detalles minúsculos.
- Esta investigación sólo se refiere a la fecha en que se publicó, ya que el estado del pavimento se deteriorará con el tiempo debido al desgaste que sufre.
- Si el mantenimiento de las carreteras investigadas u otras se realiza, se recomienda que la división administrativa o municipio al cual pertenece adopte la metodología de la pesquisa realizada como un modelo con la finalidad de estandarizar la

administración del PCI utilizando la aplicación EvalPav, que ha demostrado ser bastante efectiva.

➤ Si se realiza el mantenimiento de los caminos investigados o de otros caminos, se requerirá más investigación (como mecánica del suelo, tráfico, topografía, etc.), ya que la investigación actual se limita a un diagnóstico superficial para determinar dónde y qué se necesita para reparar o reconstruir la carretera.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes documentales

- Bernal, c. (2018). . Metodología de la investigación. Mexico: Pearson. Borja, m. m. (2012). manuel. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. lima.
- E., J. (1994). Investigación integral de mercados. Bogotá: McGraw-Hill.
- Medina, a., & de la cruz, m. (2015). valuación superficial del pavimento flexible . lima.
- Menéndez, J. (2003). Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas. Lima: OIT/Oficina Subregional de los Países Andinos.
- N., F. (1988). Modelo de simulación en muestreo. Bogotá: Modelo de simulación en muestreo. Bogotá.
- Vásquez, r. (2002). para pavimentos asfálticos y2002. manizales: ingenieria de pavimentos.

7.2. Fuentes bibliográficas

- Arones, m., & Canchany, i. (2018). *Evaluación del Pavimento Flexible de la Avenida la marina entre Avenidas 28 de julio y los Rosales en Punchana 2018*. Lima: Univercidad Cientifica del Perú.
- Becerril, A., & Miranda, D. (2015). “*procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: barranca larga en el estado de oaxaca*”. méxico: universidad nacional autónoma de México.

- Chambi, m., & isidro, r. (2017). *estudio comparativo técnico-económico entre pavimento rígido y pavimento flexible como alternativa de pavimentación de la avenida circunvalación del distrito de yunguyo, provinciade yunguyo – puno*. puno: universidad nacional del altiplano.
- Choque, j. (2017). “*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.
- Gamboa, k. (2009). *Cálculo del Índice de Condición Aplicado en Pavimento Flexible de la Av. Las Palmeras de Piura*. PIURA: Universidad de Piura.
- Lara, m., & vélez, c. (2018). *evaluacion estructural del pavimento flexible de la calle el oro entre la avenida los chirijos y victor emilio estrada de la ciudad de milagro, provincia del guayas*. guayaquil- ecuador: universidad de guayaqui.
- Robles, r. (2015). *cálculo del índice de condición del pavimento (pci)barranco – surco - lima*”. lima: universidad ricardo palma,.
- Vega, j. (2020). *evaluación y determinacion de las causas que producen el deterioro de la estructura de pavimento flexible de la av. eliza mariño de carvajal del cantón -Guaranda – provincia bolivar*. guayaquil, octubre: universidad de guayaquil.
- Vidaurre, B. (2018). “*Evaluación para la reconstrucción del Pavimento Flexible del Jr. José Santos Chocano del Distrito de los Olivos - Lima 2018*”. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

7.3. Fuentes hemerográficas

Lozada, J. (2014). Definición, propiedad intelectual e industria. Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica,
file:///C:/Users/RUBEN/Desktop/TESIS/CHICA/Vidaurre_CBT.pdf.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“EVALUACIÓN DE LAS FALLAS ESTRUCTURALES DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA CENTENARIO EN EL DISTRITO DE SANTA MARIA-2021”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	METODOLOGÍA
<p align="center">Problema General</p> <p>¿Cuál es la evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible, para conocer el estado de conservación de la Av. Centenario, Santa María-2021 mediante el método PCI?</p> <p align="center">Problemas Específicos</p> <p>¿De qué manera los parámetros de evaluación de las fallas estructurales según la metodología PCI se relacionan con el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?</p> <p>¿Cuál es el PCI, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?</p> <p>¿Cuál es la condición de todas las muestras para conocer su estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021?</p>	<p align="center">Objetivo General</p> <p>Determinar el estado de conservación con la evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021, mediante el método (PCI) y el Software EvalPav.</p> <p align="center">Objetivos Específicos</p> <p>Identificar los parámetros de evaluación de las fallas estructurales según la metodología PCI para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.</p> <p>Calcular el PCI, para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.</p> <p>Determinar la condición de todas las muestras para conocer el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Centenario, Santa María-2021.</p>	<p align="center">Hipótesis General</p> <p>Al efectuar la evaluación superficial de pavimentos flexibles mediante el método (PCI) y el Software EvalPav, se determina el estado de conservación de la avenida Centenario en el Distrito de Santa María-2021.</p> <p align="center">Hipótesis Específicos</p> <p>Al identificar los parámetros de evaluación de las fallas estructurales del pavimento flexible según la metodología PCI se conoce el estado de conservación de la avenida Centenario en el distrito de Santa María-2021.</p> <p>Al calcular el PCI se conoce el estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Centenario en el distrito de Santa María-2021.</p> <p>Al establecer la condición de todas las muestras se conoce el estado de conservación del pavimento flexible de la avenida Centenario en el distrito de Santa María-2021.</p>	<p>Variable X1: Evaluación en fallas estructurales del pavimento flexible</p> <p>Variable X2: Método PCI</p>	<p>- Parámetros de evaluación</p> <p>- Fallas del pavimento asfaltado</p> <p>- Parámetros de evaluación.</p> <p>- Cálculo del PCI.</p> <p>- La condición de capa asfáltica de todas las muestras medidas.</p>	<p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Tipo: Aplicado</p> <p>Diseño: No Experimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Población: Para el trabajo investigativo se admitirá la Avenida Centenario en la jurisdicción de Santa María-2021, ya que el tramo a estudiar tiene una longitud de 2050 m.</p> <p>Muestra: Al emplear el método PCI se va a dividir el tramo de estudio en Unidades de Muestra; las cuales, deben cumplir con lo siguiente, para carreteras con capa asfáltica que posee 7.30 m como anchura inferior, su Rango del área se encuentra entre: 230.0 ± 93.0 m².</p> <p>Items: Nivel de Severidad Bajo (L) Nivel de Severidad Medio (M) Nivel de Severidad Alta (H)</p> <p>Software: EvalPav</p>

ANEXO 2: FICHA DE DATOS

HOJA DE DATOS DE ESTUDIO DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE PARA UNIDAD DE MUESTRA DE LA AVENIDA CENTENARIO EN EL DISTRITO DE SANTA MARÍA					CROQUIS:																							
MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)																												
INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE																												
EVALUADORA:	SANCHEZ BAUTISTA KATHERINE LESLIE																											
	UNIDAD DE MUESTREO:	SECCIÓN:																										
	TRAMO:	INSPEC. POR:																										
	ÁREA DE PRUEBA:	FECHA:																										
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>1. Piel de Cocodrilo</td> <td>8. Agrietamiento Reflejo de Juntas</td> <td>15. Ruteo</td> </tr> <tr> <td>2. Exudación o Sangrado</td> <td>9. Caída Externa de Via/ Hombreira</td> <td>16. Empellones</td> </tr> <tr> <td>3. Agrietamiento en Bloque</td> <td>10. Agrietamiento Long. y Trans.</td> <td>17. Agrietamiento Media Luna</td> </tr> <tr> <td>4. Bombeo y Hundimiento</td> <td>11. Parchados</td> <td>18. Protuberancia</td> </tr> <tr> <td>5. Corrugación</td> <td>12. Agregados Pulidos</td> <td>19. Intemperismo</td> </tr> <tr> <td>6. Depresiones</td> <td>13. Baches</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7. Agrietamiento de Bordes</td> <td>14. Cruce de Ferrocarril</td> <td></td> </tr> </table>					1. Piel de Cocodrilo	8. Agrietamiento Reflejo de Juntas	15. Ruteo	2. Exudación o Sangrado	9. Caída Externa de Via/ Hombreira	16. Empellones	3. Agrietamiento en Bloque	10. Agrietamiento Long. y Trans.	17. Agrietamiento Media Luna	4. Bombeo y Hundimiento	11. Parchados	18. Protuberancia	5. Corrugación	12. Agregados Pulidos	19. Intemperismo	6. Depresiones	13. Baches		7. Agrietamiento de Bordes	14. Cruce de Ferrocarril		SEVERIDAD		
1. Piel de Cocodrilo	8. Agrietamiento Reflejo de Juntas	15. Ruteo																										
2. Exudación o Sangrado	9. Caída Externa de Via/ Hombreira	16. Empellones																										
3. Agrietamiento en Bloque	10. Agrietamiento Long. y Trans.	17. Agrietamiento Media Luna																										
4. Bombeo y Hundimiento	11. Parchados	18. Protuberancia																										
5. Corrugación	12. Agregados Pulidos	19. Intemperismo																										
6. Depresiones	13. Baches																											
7. Agrietamiento de Bordes	14. Cruce de Ferrocarril																											
			LOW (BAJA)	L																								
			MEDIUM (MEDIA)	M																								
			HIGH (ALTA)	H																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Rango PCI %</th> <th>Color</th> <th>Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-10</td> <td style="background-color: #cccccc;"></td> <td>Falla</td> </tr> <tr> <td>11-25</td> <td style="background-color: #800000;"></td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>26-40</td> <td style="background-color: #ff0000;"></td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>41-55</td> <td style="background-color: #ff6666;"></td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>56-70</td> <td style="background-color: #ffff00;"></td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>71-85</td> <td style="background-color: #00ff00;"></td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>86-100</td> <td style="background-color: #008000;"></td> <td>Excelente</td> </tr> </tbody> </table>					Rango PCI %	Color	Estado	0-10		Falla	11-25		Muy Malo	26-40		Malo	41-55		Regular	56-70		Bueno	71-85		Muy Bueno	86-100		Excelente
Rango PCI %	Color	Estado																										
0-10		Falla																										
11-25		Muy Malo																										
26-40		Malo																										
41-55		Regular																										
56-70		Bueno																										
71-85		Muy Bueno																										
86-100		Excelente																										
SEVERIDAD	CANTIDAD	TOTAL	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO																								

ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO



Nota: toma de medida del pavimento en su anchura.



Nota: Cuantificación del largo del pavimento por unidad de prueba.



Nota: Identificación sobre grietas transversales y longitudinales.



Nota: Identificación del agrietamiento por fatiga.



Nota: Identificación en proporciones del pavimento huecos.



Nota: Identificación del agrietamiento en bloque del pavimento.