

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR

PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA

UNIÓN KM 130+000-KM 148+000

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

MALLQUI SANCHEZ HELEN

ARQUEÑO ARRATEA ROCIO DEL PILAR

ASESOR:

ZEVALLOS HUARANGA JORGE

HUÁNUCO-PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Clibel Mallqui Castro que en vida fue mi soporte y motor para la culminación y realización de mi carrera profesional con cuyo amor y esfuerzo logró entregarme la herramienta más importante en la vida, el conocimiento; a mi madre Luzmila Sánchez Alvarez que es mi mayor soporte y motor, que con todo su amor y coraje asumió el doble rol para lograr este objetivo concretizado en mí, a mis hermanas Harriet y Kiori que me brindaron su amor apoyo y motivación durante mi proceso de investigación, a mi familia y amigos.

Mallqui Sanchez, Helen.

Dedico esta tesis a mi madre Aurora Arratea Maylle que me brindó apoyo incondicional para lograr mis metas. Así como también a mis hijos Robin y Jaziel por ser mi mayor motivación para alcanzar todos mis objetivos.

Arqueño Arratea, Rocio Del Pilar.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, mis padres, Clibel y Luzmila por creer en mí y brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanas Harriet y Kiori que siempre han estado apoyándome en todos mis proyectos, a mis docentes de mi alma mater Universidad Nacional Hermilio Valdizan que han sido pieza clave para mi formación a mis familiares y amigos.

Mallqui Sánchez, Helen.

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por darnos vida y salud, en segundo lugar, a mi madre Aurora por creer en mí y apoyarme en todo momento. Por último, agradecer a mi familia por la ayuda y la comprensión para poder lograr esta meta de mi vida.

Arqueño Arratea, Rocio Del Pilar.

RESUMEN

La tesis tiene como principal objetivo realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000, con la finalidad de analizar la calidad del pavimento en esta zona, ya que a nivel nacional la condición del pavimento se ha visto comprometida debido a la carencia de un adecuado mantenimiento por parte de las entidades responsables reduciendo la calidad de vida del pavimento. Partiendo de este concepto se realizó un muestreo de la zona, y se consideró un total de 193 muestras, cabe señalar que la presente tesis será de nivel descriptivo, cuantitativo y no experimental. Una vez recolectado todos los datos necesarios para el estudio se realizó tablas para realizar el análisis según ambas metodologías, los resultados demuestran que el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 fue de 5.39 puntos siendo un estado deficiente y el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 fue de 21.52 siendo un estado fallado, y se concluye que emplear la metodología PCI cuenta con una escala de mayor prevalencia y valoración que la metodología VIZIR para el pavimento flexible y que la falla más representativa evaluado con la metodología PCI y VIZIR fue el desprendimiento de agregados siendo un 50.95%.

Palabras clave: PCI, VIZIR, pavimento flexible, calidad, desprendimiento de agregados.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to carry out a comparative analysis between the PCI and VIZIR methodologies for flexible pavement of the HUÁNUCO-LA UNIÓN highway km 130+000-km 148+000, with the purpose of analyzing the quality of the pavement in this area, since at national level the condition of the pavement has been compromised due to the lack of adequate maintenance by the responsible entities, reducing the quality of life of the pavement. Based on this concept, a sampling of the area was carried out, and a total of 193 samples were considered, it should be noted that this thesis will be descriptive, quantitative and non-experimental. Once all the data necessary for the study was collected, tables were made to perform the analysis according to both methodologies, the results show that the condition of the flexible pavement using the VIZIR methodology of the HUÁNUCO-LA UNIÓN highway km 130+000-km 148+000 was 5.39 points being a deficient condition and the condition of the flexible pavement using the PCI methodology was 21.52 points, being a failed condition, and the condition of the flexible pavement using the PCI methodology was 5.39 points being a failed condition, and the condition of the flexible pavement using the VIZIR methodology was 5.39 points being a failed condition. 35 being a failed condition, and it is concluded that using the PCI methodology has a higher prevalence and valuation scale than the VIZIR methodology for the flexible pavement and that the most representative failure evaluated with the PCI and VIZIR methodology was the detachment of aggregates being 50.95%.

Keywords: PCI, VIZIR, flexible pavement, quality, aggregate spalling.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I	14
ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación	14
1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos .	15
1.2.1 Problema General	15
1.2.2 Problemas Específicos	16
1.3 Formulación del objetivo general y específicos	16
1.3.1 Objetivo General	16
1.3.2 Objetivos Específicos	16
1.4 Justificación	17
1.4.1 Justificación práctica	17
1.4.2 Justificación teórica	17
1.4.3 Justificación metodológica	17

1.5	Limitaciones.....	18
1.6	Formulación de hipótesis general y específica	18
1.6.1	Hipótesis General.....	18
1.6.2	Hipótesis Especifico	18
1.7	Variables.....	19
1.7.1	Variable independiente.....	19
1.7.2	Variable dependiente	19
1.8	Definición teórica y operacionalización de variables.....	19
CAPÍTULO II.....		20
MARCO TEÓRICO		20
2.1	Antecedentes.....	20
2.1.1	Antecedentes internacionales	20
2.1.2	Antecedentes nacionales	21
2.1.3	Antecedentes locales	23
2.2	Bases teóricas	23
2.2.1	Definición de pavimento	23
2.2.2	Tipos de pavimentos	24
2.2.3	Etapas en los pavimentos	28
2.2.4	Metodología PCI.....	29
2.2.5	Metodología VIZIR	36
2.3	Bases conceptuales o definición de términos básicos	44

CAPÍTULO III	46
METODOLOGÍA	46
3.1 Población y selección de la muestra.....	46
3.1.1 Población	46
3.1.2 Muestra	46
3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación	48
3.2.1 Enfoque.....	48
3.2.2 Alcance o nivel	48
3.3.3 Diseño	49
3.3 Métodos, técnicas e instrumentos	49
3.3.1 Para la recolección de datos	49
3.3.2 Para la presentación de datos.....	50
3.4 Procedimiento.....	50
3.5 Consideraciones éticas.....	50
CAPÍTULO IV.....	51
RESULTADOS.....	51
4.1 Análisis según la metodología PCI	51
4.2 Análisis según la metodología VIZIR	56
CAPÍTULO V.....	64
DISCUSIÓN.....	64
5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de	

investigación.....	64
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	72
ANEXO N°1: Matriz de consistencia	73
ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos	74
ANEXO N°3: Plano de ubicación	77
RESOLUCIÓN FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.....	79
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	81
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD.....	82
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Pavimento flexible.....	25
Figura 2	Pavimento rígido.....	26
Figura 3	Esquema de pavimentos mixtos	27
Figura 4	Determinación de la calidad	43
Figura 5	Distribución de condición del pavimento-PCI	55
Figura 6	Grafica de distribución de condición del pavimento-PCI.....	56
Figura 7	Distribución de condición del pavimento-VIZIR	60
Figura 8	Grafica de distribución de condición del pavimento-VIZIR	61
Figura 9	Fallas más representativas PCI-VIZIR	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.	19
Tabla 2 Rangos de la metodología PCI.....	30
Tabla 3 Tipos de falla para el pavimento flexible.....	31
Tabla 4 Clase de daños del método del PCI.....	33
Tabla 5 Longitud de unidades de muestreo asfálticas según el PCI	36
Tabla 6 Nivel de Gravedad del Deterioro Tipo A.....	38
Tabla 7 Nivel de Gravedad del Deterioro Tipo B	39
Tabla 8 Daños de Tipo A – método VIZIR.....	41
Tabla 9 Daños de Tipo B – método VIZIR.....	41
Tabla 10 Rango de clasificación – VIZIR.....	44
Tabla 11 Ensayos de Laboratorio.....	46
Tabla 12 Tamaño de una muestra	46
Tabla 13 Análisis de índice del pavimento – PCI.....	51
Tabla 14 Rango de calidad del pavimento- PCI.....	54
Tabla 15 Distribución de condición del pavimento-PCI.....	55
Tabla 16 Análisis de índice del pavimento - VIZIR	57
Tabla 17 Rango de calidad del pavimento- VIZIR	60
Tabla 18 Distribución de condición del pavimento-VIZIR	60
Tabla 19 Densidad de fallas más representativas.....	62
Tabla 20 Matriz de consistencia.....	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la situación de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN se ha observado fallas significativas, notadas por los propios usuarios, refleja la falta de atención por parte de las autoridades para mejorar su estado. Se pueden observar desprendimientos de agregados, depresiones en el pavimento, grietas de piel de cocodrilo, grietas longitudinales, desniveles en los bordes, entre otros problemas, que solo aumentan los niveles de inseguridad y reducen la calidad del servicio de la carretera. Con base en esta situación, se ha formulado el siguiente problema. ¿Cómo realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000? La tesis se encuentra dividida en cinco capítulos.

Capítulo 1: En este capítulo se abordará la descripción detallada de la problemática investigada, la formulación de los problemas y los objetivos planteados. Se proporcionará una justificación para la investigación, se presentará la hipótesis planteada y se identificarán las variables dependientes e independientes.

Capítulo 2: En esta sección se explorarán los conceptos teóricos utilizados en la investigación, así como los antecedentes nacionales, internacionales y locales que sirven como punto de partida para el estudio.

Capítulo 3: En este apartado se examinarán aspectos como la población y muestra de investigación, el enfoque adoptado, el alcance y diseño del estudio, así como los métodos y técnicas empleados para recopilar los datos necesarios para llevar a cabo la investigación.

Capítulo 4: en este punto se verá los resultados, se partirá de los datos recolectado de campo para posteriormente analizarlos mediante las metodologías PCI y VIZIR.

Capítulo 5: Este capítulo proporciona una comparación de los resultados del análisis, así como conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Fundamentación o situación del problema de investigación

Desde el ámbito internacional, el uso de pavimentos flexibles para construir carreteras y vías de acceso ha tenido un impacto significativo en lograr un transporte de bajo costo, seguro y cómodo, con tiempos de viaje reducidos para los usuarios. En los últimos años, se han llevado a cabo evaluaciones sobre las deformaciones y fisuras en los pavimentos debido al crecimiento constante de la industria automotriz y el aumento de vehículos pesados, lo que genera una mayor carga sobre las superficies pavimentadas. (Chitchón, 2018).

Estas variables han resaltado la necesidad de mejorar la conservación y el mantenimiento de los pavimentos flexibles para prolongar su vida útil, teniendo especialmente en cuenta las condiciones meteorológicas adversas como la humedad y las precipitaciones. Para abordar esta necesidad, se han propuesto metodologías de evaluación VIZIR y PCI. Estas metodologías se han diseñado para suplir las deficiencias encontradas en las carreteras de América Latina, que suelen presentar baches y hundimientos Berrospi, 2022.

A nivel nacional, la falta de vías en buen estado es motivo de preocupación para el gobierno. La mayoría de las carreteras presentan deformaciones, degradaciones y fisuras significativas, sumando un total de 8,900 km de carreteras que no han sido incluidas en los programas de mantenimiento en los últimos años. (Guaranda, 2018).

En el caso específico de la región de Cerro de Pasco, el 75% de las carreteras no están pavimentadas y se encuentran cerca de la carretera central del

departamento. Estas vías tienen una alta demanda tanto de vehículos ligeros como de vehículos pesados. Provias Nacional ha carecido de capacidad para proporcionar condiciones óptimas de diseño y mantenimiento en la región. Esto se puede observar visualmente en las fallas más significativas presentes en dicha región (INEI, 2018).

Ante esta situación, las autoridades regionales y locales han descuidado el mantenimiento del pavimento urbano local, lo que ha llevado a la persistencia y manifestación de problemas en su estado de conservación. Los principales afectados son los residentes y los transportistas que utilizan constantemente estas vías. Las actividades económicas desarrolladas en la zona han contribuido a la aparición de fallas, como la presencia de baches, grietas longitudinales, desintegración del pavimento y desniveles en los bordes. Estas fallas técnicas y la falta de mantenimiento obstaculizan el tránsito y han persistido durante mucho tiempo (Berrospi, 2022).

Con todas las exposiciones declaradas anteriormente, se planteará en la presente investigación la pregunta de ¿Cómo realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1 Problema General

¿Cómo realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?
- ¿Cómo identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?
- ¿Cómo examinar y evaluar la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?

1.3 Formulación del objetivo general y específicos

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.
- Identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.

- Examinar y evaluar la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación práctica

El presente trabajo de investigación radica en la posibilidad de brindar mayores beneficios a la población beneficiaria. Esto implica proporcionar vías con mayor capacidad de tránsito y satisfacción, al reducir la incidencia de baches y grietas que surgen negativamente a los vehículos que utilizan las vías.

1.4.2 Justificación teórica

Este trabajo de investigación se centra en la necesidad de mejorar el conocimiento directamente relacionado con el estado de los pavimentos y las medidas más eficaces para aumentar su vida útil. Es importante utilizar métodos que puedan detectar errores e implementar la conservación del estado para que las recomendaciones sean completas y efectivas.

1.4.3 Justificación metodológica

Este trabajo de investigación se basa en la utilización de métodos validados que pueden aplicarse en estudios específicos en los que el investigador tiene interés, debido a su contribución social, técnica y económica. Además, se emplearon fichas de observación para la identificación de fallas y su evaluación, las cuales son recomendables tanto en estudios académicos como profesionales de pavimentos rígidos y flexibles.

1.5 Limitaciones

En cuanto a las limitaciones de la investigación, se identificaron las siguientes: limitación temporal, limitación geográfica, objeto de estudio y variables de investigación. En el primer caso, el desarrollo de la investigación se llevó a cabo durante el año 2022. El objeto de estudio se delimitó a la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN, en el tramo de 130+000 a 148+000.

1.6 Formulación de hipótesis general y específica

1.6.1 Hipótesis General

Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando las metodologías PCI y VIZIR.

1.6.2 Hipótesis Especifico

- Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando la VIZIR.
- Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando la PCI.
- El desprendimiento ed agregados es la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

Metodologías PCI y VIZIR

1.7.2 Variable dependiente

Pavimento flexible

1.8 Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1
Sistema de variables-dimensiones e indicadores.

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDICIÓN
Variable independiente Metodologías PCI y VIZIR	Se trata de la condición en la que se encuentra un pavimento, la cual varía según el tiempo de desarrollo y el nivel de afectación evidenciado.	PCI	Calificación	Adimensional
			Severidad	Adimensional
		VIZIR	Índice de fisuración (If)	Adimensional
			Índice de deformación (Id)	Adimensional
			Índice de deterioro superficial (Is)	Adimensional
Variable dependiente Pavimento flexible	Los pavimentos flexibles están compuestos por una mezcla de capas asfálticas, que se aplican sobre otra capa de base	Estado de deterioro	Piel de cocodrilo	m^2
			Exudación	m^2
			Fisuras en bloque	m^2
			Abultamiento y hundimientos	ml
			Corrugación	m^2
			Depresión	m^2
			Fisura de Borde	ml
			Fisura Longitudinal y Transversal	ml
			Parches	m^2
			Baches	und
			Hinchamiento	m^2
			Ahuellamiento	m^2

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Coy (2017), en su tesis titulado: *“Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52a a 53c comparando los métodos VIZIR Y PCI”*, publicado por la Universidad Militar de Granada, se propuso evaluar superficialmente el estado del pavimento flexible utilizando las metodologías de PCI y VIZIR. El enfoque de la investigación fue aplicado y descriptivo, y se seleccionaron como objeto de estudio las vías ubicadas entre las carreteras 52a y 53c. Los datos se recolectaron mediante fichas de observación. Los resultados obtenidos indicaron que, según la metodología PCI, la calidad de la vía fue evaluada en 0.65, clasificada como buena, mientras que con el método VIZIR se obtuvo una calificación de dos, también correspondiente a un pavimento en buen estado. Se concluyó que las reparaciones necesarias para mejorar las condiciones del pavimento debían complementarse con la auscultación y la detección de fallas estructurales.

Amaya y Rojas (2017), en su tesis titulado: *“Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá”*, publicado por la Universidad Santo Tomás, se propusieron desarrollar un análisis comparativo utilizando las metodologías VIZIR y PCI en un conjunto específico de vías. El enfoque de la investigación

fue aplicado, con un diseño no experimental, y se seleccionaron las calles de las vías 26 y calle 93a como objeto de estudio. Los datos se recolectaron mediante una ficha de observación. Los resultados obtenidos indicaron que, según la metodología PCI, la calidad de las vías se evaluó en 0.45, mientras que con la metodología VIZIR se obtuvo una calificación de un punto. Los autores concluyeron que las fallas observadas en las vías presentaban características de "piel de cocodrilo" y fallas longitudinales, lo que sugiere un mantenimiento deficiente por parte de la entidad municipal.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Bullón (2018), en su tesis titulado: "*Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima – 2018*", publicado por la Universidad César Vallejo, se realizó un análisis comparativo entre las metodologías VIZIR y PCI para evaluar el pavimento flexible. La investigación se basó en un enfoque cualitativo y un diseño no experimental, enfocándose en las vías de la localidad de Lima con pavimento flexible y recolectando datos a través de una ficha de observación. Los resultados indicaron que el valor del estado de conservación de las vías en el lado derecho fue de 39.61 y 30.80, mostrando diferencias significativas con las vías del lado izquierdo. Se concluyó que las fallas más representativas correspondieron a los tipos A y B, presentes en más del 57% de las vías evaluadas.

Tacza y Rodríguez (2018), en su tesis titulado: “*Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado*”, publicado por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvieron como objetivo evaluar las fallas presentes en el girón Javier Prado utilizando la metodología PCI. El enfoque de la investigación fue aplicado, con un nivel descriptivo y no experimental, considerando 18 unidades de muestra que representaron un total de 828 metros lineales, y los datos se recolectaron mediante una ficha de observación. Los resultados mostraron condiciones deficientes en el pavimento, con una representatividad de 300 m². Concluyeron que la falla más frecuente fue la degradación de agregados.

Murga y Zerpa (2019), en su tesis titulado: “*Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo*”, publicado por la Universidad Privada Antenor Orrego, tuvieron como objetivo determinar el estado de conservación del pavimento flexible utilizando las metodologías PCI y VIZIR. La investigación fue de tipo aplicado, con un nivel descriptivo, utilizando metodologías de estado de conservación validadas y recolectando datos mediante fichas de observación. Los resultados mostraron un alto nivel de severidad de las fallas en el estado de conservación del pavimento, con una incidencia de más del 89% en las vías analizadas. Se concluyó que la metodología PCI fue más eficiente para determinar la

condición de falla, siendo más específica y efectiva en la identificación de fallas representativas.

2.1.3 Antecedentes locales

Cotrina (2020), en su tesis titulado: *“Aplicación del método PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600- 51+600, Yanahuanca- Cerro De Pasco 2019”*, publicado por la Universidad de Huánuco, tuvo como objetivo determinar el nivel de degradación del pavimento flexible en la localidad de Cerro de Pasco, específicamente en la progresiva 46+600-51+600, utilizando la metodología PCI. La investigación se llevó a cabo a nivel descriptivo y con un enfoque aplicado, utilizando una muestra de 45 unidades de muestreo y recolectando datos mediante una ficha de observación. Los resultados revelaron que el 17,47% del tramo de la vía analizada presentó "piel de cocodrilo" como una característica de degradación, lo que destacó un coeficiente de PCI con valor de 49,1.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definición de pavimento

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC (2018), los pavimentos se consideran estructuras superficiales lisas cuya función principal es distribuir las cargas generadas por los vehículos sobre la superficie del terreno. El peso de los vehículos puede provocar concentraciones de carga que reduzcan la calidad y el estado de conservación de la vía. Los pavimentos están

compuestos por varias capas, como la capa de rodadura, subbase y base, que trabajan en conjunto para transmitir los esfuerzos adecuadamente.

Los pavimentos son conjuntos de capas estructurales relacionadas entre sí, diseñados para distribuir los esfuerzos y soportar cargas cíclicas o repetitivas generadas por el tráfico vehicular. Es importante destacar que un diseño inadecuado reduce la vida útil de la vía, y las condiciones climáticas también influyen (Amaya y Rojas, 2017).

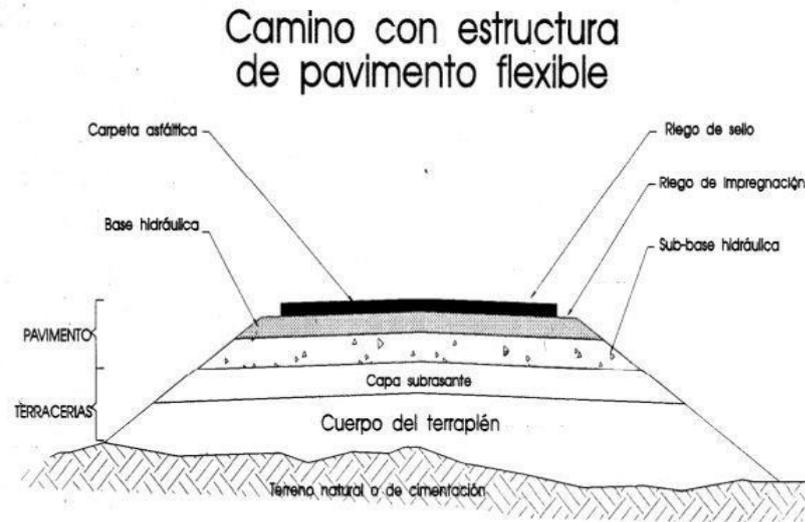
Los pavimentos se clasifican según la dependencia de las capas estructurales, y los componentes principales de la unidad analizada directamente su comportamiento y la distribución de las cargas producidas por la superficie de rodadura. La capacidad del terreno donde se asienta la estructura es fundamental, ya que la subrasante permite la distribución transversal de las cargas. Por lo tanto, es importante mencionar que el comportamiento de los diferentes tipos de pavimentos, como los flexibles y rígidos, depende del material base y su tipo (Rodríguez, 2014).

2.2.2 Tipos de pavimentos

Pavimento flexible

Se llevan a cabo en áreas de tráfico intenso, y están compuestos por dos capas granulares: una capa base, una capa subbase y una capa de rodadura. La capa de rodadura está compuesta por material bituminoso y una combinación de aditivos (Cárdenas, 2018).

Figura 1
Pavimento flexible



Fuente: Berrospi, 2022

Del mismo modo, este tipo de pavimentos se muestra en la figura 1 se caracterizan por tener una capa de rodadura compuesta de cemento asfáltico, mientras que las capas rígidas de apoyo son la capa base y la capa de subbase. Sin embargo, en ciertos casos, es posible prescindir de la capa base y la capa de subbase, dependiendo de las condiciones del pavimento, las cargas a las que estarán sometidas y la calidad del suelo subyacente (Coy, 2017).

Además, la capa de sustratos se define como la encargada de proporcionar una respuesta óptima a las cargas presentes en el pavimento asfáltico. No obstante, la capa de asfalto no tiene la capacidad de resistir o absorber por completo la carga aplicada. Por lo tanto, en muchos casos, se vuelve necesario agregar capas de subbase y base Berrospi, 2022.

La vida útil promedio de un pavimento flexible es de aproximadamente 15 años, lo cual requiere mantenimientos periódicos. El costo de inversión debe ser calculado y proyectado de acuerdo con la vida útil estimada y las cargas que la vía analizada enfrentará (Guaranda, 2017).

Pavimento rígido

Este tipo de estructura está compuesta por una subrasante, una subbase y una losa de concreto, donde los materiales utilizados incluyen cemento hidráulico y aditivos de diseño para mejorar la calidad del producto final. Estos elementos estructurales pueden clasificarse en tres categorías: con juntas, con refuerzo continuo y sin juntas (Berrospi, 2022).

Figura 2
Pavimento rígido



Fuente: Berrospi, 2022

Este tipo de pavimento se caracteriza por tener una capa de rodadura compuesta por una losa de concreto, conocida como pavimento rígido. Su función principal es absorber todas las cargas concentradas sobre él. A diferencia de los pavimentos flexibles, la distribución de los esfuerzos es distinta, ya que los pavimentos rígidos concentran la carga de forma puntual, mientras que los pavimentos flexibles la distribuyen en toda su superficie. Esto

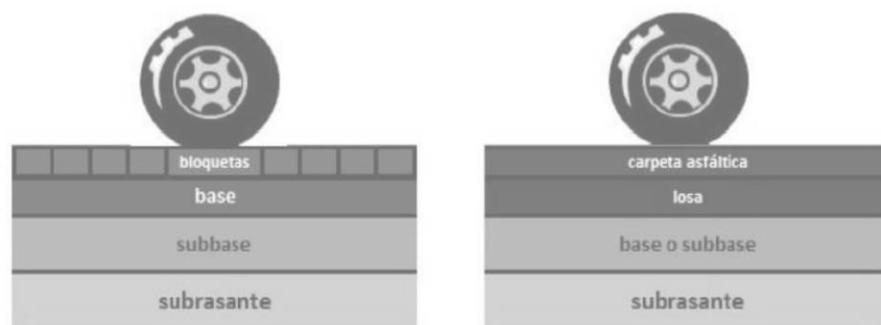
hace que los pavimentos rígidos requieran un mayor mantenimiento (Morales, 2019).

Debido a la rigidez de esta estructura, la distribución de las cargas se realiza por área. Para soportar las cargas aplicadas sobre la losa, es necesario contar únicamente con una base granular que cumpla con las condiciones técnicas y mecánicas adecuadas. Sin embargo, los esfuerzos internos en la losa pueden agravarse en presencia de diferentes condiciones climáticas (Berrospi, 2022).

Pavimento mixto

En contraste con los pavimentos mencionados anteriormente, este tipo de pavimento está compuesto por una capa asfáltica, también conocida como material bituminoso, que puede incluir una base compuesta de cemento o cal tratada. Este pavimento se refiere a los pavimentos articulados, los cuales se caracterizan por distribuir las cargas de forma uniforme en toda su área (Peraza, 2016).

Figura 3
Esquema de pavimentos mixtos



Fuente: Rodríguez (2014)

La diferencia notable de estos pavimentos es que las capas se fortalecen artificialmente mediante la adición de diversos aditivos, como productos químicos, cemento, asfalto o cal, según los requerimientos estructurales y las cargas o perturbaciones significativas a las que la estructura estará expuesta. Por lo tanto, en las recomendaciones pertinentes se destaca la importancia de un diseño adecuado que tome en cuenta las cargas vehiculares y las variaciones de temperatura, considerando el comportamiento diferencial y el costo del material (Porta, 2016).

En el caso de los pavimentos articulados, suelen estar compuestos por una capa de rodadura formada por bloques de concretos prefabricados con espesores uniformes. Estos bloques se asientan sobre una capa de arena que rellena los espacios de separación entre ellos, actuando como un material de conexión (Berrospi, 2022).

2.2.3 Etapas en los pavimentos

En relación al tiempo de servicio y la duración de los pavimentos, se pueden identificar tres períodos principales:

Diseño y construcción

Durante esta fase, se recopila información de campo para establecer el diseño de la estructura del pavimento. Los responsables de la construcción seleccionan los materiales y determinan la disposición final de estos elementos en la estructura del pavimento. Además, se consideran aspectos como la calidad de los materiales, el análisis del tráfico y diversas fases de precisión de diseño (Tacza y Rodríguez, 2018).

Mantenimiento

El mantenimiento comprende las labores periódicas destinadas a prolongar la vida útil del pavimento, preservando su calidad y disminuyendo la probabilidad de accidentes o caídas. En el expediente técnico se deben incluir consideraciones sobre la extensión de la vida útil y los costos asociados a las actividades relacionadas (Amaya y Rojas, 2017).

Rehabilitación

En esta fase se llevan a cabo diversas actividades enfocadas en fortalecer las áreas afectadas por la falta de mantenimiento o que son más propensas a sufrir daños. Es crucial implementar rehabilitaciones programadas para prolongar la vida útil y garantizar el buen funcionamiento de las vías (Amaya y Rojas, 2017).

2.2.4 MetodologíaPCI

La sigla del nombre proviene del término inglés "Pavement Condition Index", que se traduce como "Pavement Condition Index" en español. Se utiliza para evaluar y certificar superficies de pavimentos, ya sean pavimentos duros, flexibles o compuestos. Este índice representa las imperfecciones aparentes del pavimento y se basa en ciertos indicadores numéricos para determinar la condición de la superficie del objeto bajo investigación. La patología identificada con este índice nos permite entender el comportamiento y la degradación del pavimento. (Rodríguez, 2014).

Berrospi (2022) sostiene que el método PCI es considerado una de las metodologías más completas para la evaluación eficiente de pavimentos flexibles en un sistema vial. Esta metodología no requiere equipos

especializados más allá de los que conforman el sistema. Los defectos en la estructura del pavimento se atribuyen según el tipo de daño, su gravedad, cantidad y densidades. El PCI utiliza un índice numérico que varía de "0" para pavimentos fallidos o en mal estado, a "100" para pavimentos en condiciones perfectas. Los métodos del método PCI se basan en los resultados obtenidos del inventario visual de la condición del pavimento, donde se establece la severidad y cantidad de los diversos daños.

Además, los valores numéricos asociados pueden ser los siguientes, como se muestra en la tabla 2 a continuación:

Tabla 2
Rangos de la metodología PCI

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25-oct	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Berrospi, 2022

Además, entre los posibles tipos de degradación, se pueden asignar las siguientes clasificaciones:

Tabla 3
Tipos de falla para el pavimento flexible

Nombre del deterioro	Código	UND	Clase
grieta piel de cocodrilo	GPC	m2	Agrietamiento
Exudación de asfalto	EX	m2	Agrietamiento
Agrietamiento en bloques	AGB	m2	Agrietamiento
Abultamientos y hundimientos	ABH	m2	Deformación
Corrugación	CO	m2	Deformación
Depresión	DEP	m2	Deformación
Grieta de borde	GB	m	Otros
Grieta de reflexión de junta	GRJ	m	Agrietamiento
Desnivel carril 1 berma	DCB	m	Otros
Grietas longitudinales y transversales	GLT	m	Agrietamiento
Parcheo	PCH	m2	Deformación
Pulimiento de PUL agregados	PUL	m2	Desprendimiento
Cruce de vía férrea	CVF	m2	Desprendimiento
Ahuellamiento	AH	m2	Deformación
Desplazamiento	D	m2	Deformación
Grieta parabólica	GP	m2	Agrietamiento
Hinchamiento	H	m2	Deformación
Desprendimiento de agregados	DAG	m2	Desprendimiento

Fuente: Berrospi, 2022

Procedimiento de la evaluación de la condición de un pavimento con la metodología PCI

Además, el proceso de evaluación se divide en varios pasos, incluyendo las siguientes evidencias de logro: análisis de registros en los registros de pavimento para identificar diferentes tipos de daños. Luego, la calificación se calcula en función de parámetros de diseño específicos, donde la calificación depende de la degradación de la superficie para determinar el tipo de impacto. Cuanto más profundo e intenso es el error, más representativo es (Cárdenas, 2018). La percepción de los pasajeros también debe tenerse en cuenta para determinar el nivel de impacto en la superficie de la carretera mediante la observación en rutas normales. Según Cárdenas (2017), se pueden aplicar las siguientes perspectivas de investigación:

L: (Bajo) Se notan ligeras oscilaciones durante el transporte y se alcanzan comodidades al reducir la velocidad.

M: (Medio) Las oscilaciones durante el transporte aumentan y empeoran la situación del pavimento, mostrando hundimientos o abultamientos que causan molestias.

H: (Alto) Las oscilaciones o vibraciones son excesivas, y tanto la comodidad como el confort se ven afectados.

En resumen, las categorías de orientaciones o vibraciones son: Baja (L), Media (M) y Alta (H). Las posibles fallas se pueden verificar en la tabla 4.

Tabla 4
Clase de daños del método del PCI

N°	Daño	Medida	Descripción	Nivel de severidad		
				L (low : bajo)	M (médium: medio)	H (high: alto)
1	Grieta piel de cocodrilo	M2	Cuando el espacio presenta poligonales de tipos irregulares de lados mayores a los 060 m	Grietas finas longitudinal y delgadas acanalado que son producto de manera paralela con mínimas o sin interconectadas las no presentan descascara miento o no se aprecia roturas de materiales a lo largo de los lados de la grieta	Grietas de piel de cocodrilo del nivel m, en una red canalizada que presentan un ligero descascara miento.	Red de grietas evolucionado de forma que las piezas están bien determinados y son descascarados sus bordes. Muchos de los pedacitos, en el transito suelen moverse.
2	Exudación de asfalto	M2	Generado por ese material bituminosa que es representado por franja se ubica en zona de estudio de forma y características brillantes	El daño por exudación es ocurrido simplemente en el grado ligero y es notable siempre en pocos días.	El daño por exudación es ocurrido en el cual el asfalto comienza a pegarse en los zapatos y neumáticos de los vehículos en unas pocas semanas.	El daño por exudación es producido de tal forma bien amplia y con cantidades de asfalto que se pegan o son atraídos en los zapatos y los neumáticos de los vehículos.
3	Agrietamiento en bloques	M2	En el espacio de estudio, se presenta temperatura variadas, produciéndose fisura en forma de bloque.	Aquellos bloques de grietas con baja severidad, atribuidos para la grieta longitudinal y transversal.	Aquellos bloques determinados de grietas con severidades medias.	Aquellos bloques determinados como las grietas con alta severidad.

4	Abultamientos y hundimientos	M1	Las fallas del pavimento, generándose la presencia de	El abultamiento y hundimientos son lo que originan la cualidad del tránsito con baja severidad.	El abultamiento y hundimiento son lo que originan la cualidad del tránsito con severidad media	El abultamiento y hundimiento son lo que originan la cualidad del tránsito con severidad alta.
			depresión en pavimento			
5	Corrugación	M2	Son de la forma onda que es representado en cimas o de asentamientos	Son corrugaciones que producen cualidad de tránsito con severidad baja.	Son corrugaciones que producen cualidad de tránsito con mediana severidad.	Son corrugaciones que produce cualidad de tránsito con alta severidad.
6	Depresión	M2	Presencia de niveles inferiores del área del pavimento	Máx. Profundidad de depresión: de 13.0 a 25.0 mm.	Máx. Profundidad de depresión: de 25.0 a 51.0 mm.	Máx. Profundidad de la depresión: de más de 51.0 mm.
7	Grieta de borde	M1	Fisura ubicada en la	Agrietamientos bajo sin presencia de fragmentaciones y desprendimientos.	Grietas de nivel medio con pocas fragmentaciones y	Fragmentaciones o desprendimientos a lo largo del borde con nivel alto.
			calzada y que tiende a incrementarse de una forma longitudinal			
8	Grietas longitudinales y transversales	M1	Fisuras que se encuentran presente, en ambos sentidos, como longitudinales y transversales.	Se encuentra una de lo siguiente:	Se encuentra una de lo siguiente:	Se encuentra una de lo siguiente:
				1). Agrietamiento sin relleno con ancho	1). Grietas sin rellenos de ancho 10.0 mm - 76.0 mm.	1). Variedad de grieta rellena o no, con grieta aleatoria pequeña con severidad altas.
				< 10.0 mm.	2). Grietas sin rellenos de cualquier ancho =< 76.0 mm, con grieta aleatoria pequeña.	2). Grietas sin rellenos > 76.0 mm
				2). Grietas rellenas de cualquier medida de anchos.		
9	Parcheo	M2	Está basado en reemplazar un pavimento deteriorado en uno considerablemente rehabilitado	Se encuentra en una condición necesariamente buena. La cualidad de tránsito califica de severidad baja.	Se encuentra en una condición necesariamente buena. La cualidad de tránsito califica de severidad medio	Se encuentra en una condición necesariamente buena. La cualidad de tránsito califica de severidad alto

10	Hinchamiento	M2	Se refiere al abultamiento en la superficie de un pavimento	Considerado hinchamiento de severidad baja generado en la calidad de tránsito.	Considerado hinchamiento de severidad media generado en la calidad de tránsito.	Considerado hinchamiento de severidad alta generado en la calidad de tránsito.
11	Baches	Und	Referido a que cuando la capa de rodadura sufre desintegración	Cuando el diámetro de hueco es > 762 mm, se mide el área en p ² (o m ²) y se divide / 5 p ² (0.47 m ²) para determinar la cantidad de huecos. En el caso que si la profundidad es < 25.0 mm, el hueco el hueco es considerado de severidad media. En el caso que si la profundidad es > 25.0 mm es considerado severidad alta.		
12	Peladuras por intemperismos y desprendimientos de agregados	M2	Presentada por las pérdidas de liga, en la carpeta asfáltica.	Trata de que los agregados y ligantes se pierden. En algunos espacios la superficie inicia a deprimirse. En caso existiera derramamientos de aceites, se aprecia las manchas de sí mismo, pero esta superficie es bien dura y no puede penetrarse.	Se aprecia que el ligante no existen. Las texturas superficiales están moderadamente rugosas y ahuecadas. En caso existiera derramamientos de aceites, se aprecia las manchas de sí mismo.	Los agregados y ligantes se perdieron considerablemente. Su textura superficial está muy rugosa y severamente ahuecadas de diámetro < 10.0 mm y profundidad < 13.0 mm; las áreas ahuecadas > es considerado hueco
13	Ahuellamiento	M2	Generado por las cavidades y por las depresiones longitudinales continuas de la vía	Profundidad media del ahuellamiento: 6.0 a 13.0 mm.	Profundidad media del ahuellamiento: >13.0 mm a 25.0 mm.	Profundidad media del ahuellamiento: > 25.0 mm.
14	Desnivel carril/berma	MI	Variación de nivel entre el borde y la berma de la vía. Producto de las erosiones en las bermas y sobre carpetas	Diferencias en altura entre la parte de berma y el borde de un pavimento que está en 25.0 a 51.0 mm.	Variación entre 51.0 mm a 102.0 mm.	Variación de altura > 102.00 mm.

Fuente: Berrospi, 2022

Para analizar la condición del pavimento, es posible dividir la zona de estudio en distintas unidades de muestreo. Según la normativa, se establecen anchos de vía máximos de 7.30 metros y áreas que van desde 230 m² hasta 93

m². En la tabla 5 se muestran las relaciones longitudinales y anchos de la calzada del pavimento.

Tabla 5
Longitud de unidades de muestreo asfálticas según el PCI

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

Fuente: Berrospi, 2022

Se sugiere obtener y calcular los valores promedio utilizando una metodología que defina parámetros que faciliten la selección de unidades de estudio con tamaños y ubicaciones específicas.

2.2.5 Metodología VIZIR

El nombre proviene de las siglas en francés "Vision Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque", que se traduce al español como "Inspección Visual de Daños en Carreteras". Este método es un sistema visual que permite identificar y diferenciar fallas estructurales para determinar el grado de afectación de la superficie del pavimento. Además, proporciona información complementaria sobre las fallas y su clasificación a través del registro, evaluación y diagnóstico (Coy, 2017).

Para identificar las fallas, es necesario inspeccionar la superficie del pavimento y determinar la gravedad del deterioro, proponiendo soluciones a

través de métodos de auscultación. Estos métodos pueden proporcionar diferentes propuestas de rehabilitación para abordar las fallas.

Dentro de los tipos de fallas, se consideran los siguientes parámetros: tipo, gravedad y extensión. Las categorías correspondientes se presentan a continuación (Coy, 2017).

La metodología VIZIR clasifica los deterioros de los pavimentos flexibles en dos grandes categorías, A y B.

La degradación tipo A, es resultado de capas deterioradas o deformaciones causadas por fatiga, según se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6
Nivel de Gravedad del Deterioro Tipo A

DETERIORO	Nivel de gravedad		
	L (Low : Bajo)	M (Medium: medio)	H (High: Alto)
AHUELLAMIENTO Y OTRAS DEFORMACIONES ESTRUCTURALES (AH).	El usuario lo identifica, pero poco importante. < 20mm.	Considerados importantes. Hu ndimientos y ahuellamientos. 20 mm ≤ Prof ≤ 40m m	Estas Deformaciones afectan de manera importante la comunidad y la seguridad de los usuarios >40mm
Depresión longitudinal continua en zonas localizadas, generalmente en el transcurso de circulación de las llantas del vehículo, la cual puede generar levantamientos en las zonas adyacentes a lo largo de la depresión.			
GRIETAS LONGITUDINALES POR FATIGA.	Producto de fisuras en la banda de la superficie de rodamiento.	Considerados fisura abierta y a menudo ramificada.	Considerado Fisura muy ramificada y abiertas (Grietas). Las bordes de fisuras ocasionalmente degradados
Corresponden a fisuras paralelas al eje de la vía y localizadas en áreas sujetas al tránsito vehicular (huellas del tránsito). El fisuramiento se inicia en la superficie de las capas asfálticas y evoluciona en sentido descendente.			
BACHEOS Y PARCHEO Corresponde a áreas donde se ha realizado la remoción y remplazo del pavimento, por materiales generalmente similares a los del pavimento original. La intervención puede ser superficial solo a nivel de la capa asfáltica mediante “parcheo”, o una intervención que involucre capas subyacentes mediante “bacheo”.	Intervenciones de superficies de pavimentos ligadas a los deterioros del tipo B	La reparación presenta un comportamiento satisfactorio	Ciertos acontecimientos en zonas de fallas
PIEL DE COCODRILLO. Corresponde a una serie de fisuras interconectadas que se generan formando polígonos irregulares de ángulos agudos, generalmente localizadas en áreas sujetas al tránsito vehicular. El fisuramiento se inicia en la parte inferior de las capas asfálticas donde las deformaciones y los esfuerzos producto de las cargas repetidas de tránsito, alcanzan su mayor magnitud	Se visualiza piel de cocodrilo de forma de mallas grandes (menor 500mm) con fisuras finas, sin pérdidas de materiales	Piel de cocodrilo con mallas más densas (menor 500 mm), de pérdida ocasional de materiales, los desprendimientos en formación	Piel de cocodrilo y mallas muy abiertas y de fragmentos separados. Las mallas son densas (menores 200mm), de pérdida ocasional De materiales

Fuente: Berrospi, 2022

La degradación tipo B, Esta forma de degradación se debe a condiciones locales de servicio inadecuado, que se asemejan a deficiencias en los procedimientos implementados en campo. La distribución de esta degradación se muestra en la Tabla 7

Tabla 7
Nivel de Gravedad del Deterioro Tipo B

	Nivel de gravedad		
DETERIORO	L (Low : Bajo)	M (Medium: medio)	H (High: Alto)
FISURAS LONGITUDINALES DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN (FTJ). Corresponde a fisuras longitudinales y transversales, coincidentes con juntas de construcción	Fina y única. Menor 6mm	Ancha (10mm a más) sin desprendimiento y fina ramificación	Anchas con desprendimientos o ramificada
FISURAS DE CONTRACCIÓN TÉRMICA (FC T) Esta forma de deterioro involucra diversos tipos de fisuras, principalmente de tipo transversal, y en bloque, que aparecen en diversas áreas del pavimento. Se diferencian de otros deterioros, como FLF y FPC, porque se presentan en zonas donde no hay repeticiones permanentes de carga, aun cuando es evidente que estas pueden aumentar su nivel de deterioro.	Fisura fina	Anchas sin desprendimientos y finas con desprendimientos o fisura ramificada	Anchas con desprendimiento.
FISURA DE BORDE (FB). Este tipo de fisuras son continuas y Con tendencia longitudinal, que se localizan paralelas y cerca al borde externo del pavimento.	Fisura fina	Anchas sin desprendimientos y finas con desprendimientos o fisura ramificada	Anchas con desprendimiento.
ABULTAMIENTOS. Ondulación transversal sucesivas del asfáltica, o ahuellamiento que se produce exclusivamente en las capas asfálticas	$F < 20 \text{ mm}$	$20 \text{ mm} \leq F \leq 40 \text{ mm}$	$F > 40 \text{ mm}$
OJOS DE PESCADO(O) (POR CADA 100 M). Cavidades de forma redondeada, son generadas a causa del constate tránsito, generalmente producto de trozo de carpetas ocasionados por agrietamiento del tipo "piel de cocodrilo", por desintegraciones localizadas en la capa asfáltica.	Cantidad: < 5 Diámetro: $\leq 300\text{mm}$	Cantidad: 5 al 10 / Diámetro: $\leq 300 / \leq 1000$	Cantidad:>10 / 5 al 10 Diámetro: $\leq 300 / \leq 1000$
DESPRENDIMIENTOS: PERDIDA DE PELÍCULA DE LIGANTE PERDIDA DE AGREGADOS(PL). Este deterioro corresponde al desprendimiento progresivo de la película de ligantes bituminosos que envuelve los agregados pétreos, el cual evoluciona con la acción de tránsito y de los agentes climáticos	Perdida asilada.	Perdida continua	Pérdidas generalizadas y muy marcadas.

DESCASCARAMIENTO(D)	Profundidad:	Profundidad:>25 mm	Profundidad:>25 mm
Corresponde a la pérdida de fragmentos de la capa asfáltica superior, sin llegar a afectar las capas subyacentes.	≤25 mm Área: ≤0.8 m ²	Área:>0.8 m ²	Área:>0.8 m ²
PULIMIENTOS AGREGADOS(PU)			
Deterioro producto de seguridad vial frente a los accidentes de tránsito, a causa de deficiencia de adherencia suscitada en el contacto del neumático y pavimento	Localizados y apenas perceptible	Intenso	Muy intenso
EXUDACIÓN(EX)			
Concerniente a la apariencia de una película de asfalto libre en la superficie del pavimento, la cual presenta un aspecto brillante y pegajoso que, bajo condición de superficie húmeda, produce importantes pérdidas de fricción	Puntual	Continua sobre la superficie de rodamiento	Continua y muy marcada
AFLORAMIENTOS: DE MORTERO Y DE AGUA. (AM)			
Concerniente al afloramiento del agua infiltrada, junto con los materiales finos de la capa base. La apariencia de las manchas o de materiales acumulados en las superficies del borde de las grietas nos indican la existencia de este fenómeno.	Localizados y apenas perceptible	Intenso	Muy intenso
DESINTEGRACIÓN DE LOS BORDES DE PAVIMENTO (DB)			
Se produce cuando las bermas de la calzada no llegan a ser revestidos y los diversos vehículos se estacionan con frecuencia en ellas o también circulan cerca del borde de la vía	Comienzo de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500mm a más	Extrema erosión que genera la desaparición del revestimiento asfáltico
ESCALONAMIENTO ENTRE LA BERMA Y CALZADA (EBC)			
Concerniente a los desniveles que presentan las bermas de la banda con referencia a la superficie de pavimento (rasante).	Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel de 50 y 100 mm	Desnivel > a 100 mm
EROSIÓN DE LAS BERMAS (EB)			
Corresponde a la destrucción de bermas revestidas y no revestidas	Erosión incipiente	Erosión pronunciada	La erosión pone en peligro a la estabilidad de la calzada y seguridad

Fuente: Berrospi, 2022

Del mismo modo, se pueden identificar diversos tipos de daños según la normativa evaluada. Los diferentes tipos de daños se ilustran en la Tabla 8 y Tabla 9, en relación a la normativa estudiada

Tabla 8
Daños de Tipo A – método VIZIR.

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD	CLASE
Ahuellamiento	AHU	ml	Deformación
Depresiones o hundimientos longitudinales	DL	ml	Deformación
Depresiones o hundimientos transversales	DT	ml	Deformación
Fisuras longitudinales por fatiga	DLF	ml	Agrietamiento
Fisuras piel de cocodrilo	FPC	ml	Agrietamiento
Bacheos o parcheo	B	ml	Deformación

Fuente: Berrospi, 2022

Tabla 9
Daños de Tipo B – método VIZIR.

NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD	CLASE
Fisura longitudinal de juntas de construcción	FIJ	ml	Agrietamiento
Fisuras transversales de juntas de construcción	FTJ	ml	Agrietamiento
Fisuras de contracción térmica	FCT	ml	Agrietamiento
Fisuras parabólicas	FP	ml	Agrietamiento
Fisuras de borde	FB	ml	otros
Ojo de pesca (O)	O	und	Desprendimiento
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla	DM	ml	Deformación
Perdida de la película de ligantes	PL	ml	Desprendimiento
Perdida de agregados	PA	ml	Desprendimiento
Descasamiento	DC	m2	Desprendimiento
Pulimento de agregado	PU	ml	Desprendimiento
Exudación	EX	ml	Afloramiento
Afloramiento de mortero	AM	ml	Afloramiento
Afloramiento de agua	AFA	ml	Afloramiento
Desintegración de los bordes del pavimento	DB	ml	Otros
Segregación	S	ml	Otros

Fuente: Berrospi, 2022

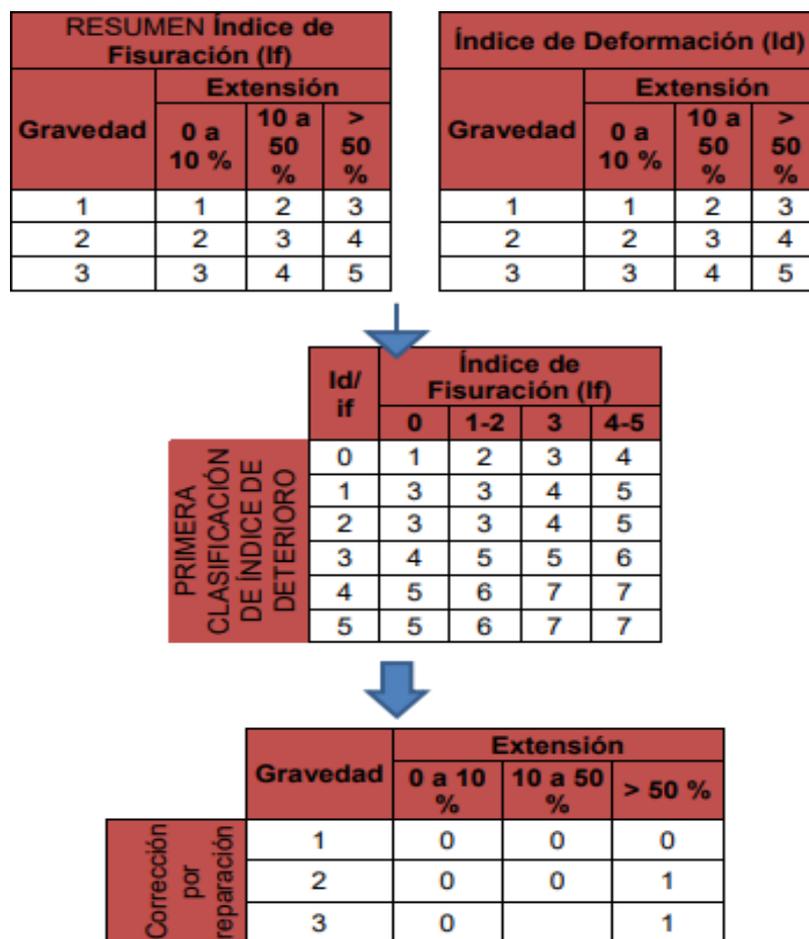
La gravedad se refiere al nivel de daño o severidad, que depende de la escala, el tipo de falla y la clasificación correspondiente. La rehabilitación de la falla es necesaria y está directamente relacionada con la gravedad y la extensión del daño.

Por otro lado, la extensión se refiere a la identificación de las áreas afectadas por el tipo de daño y las grietas, teniendo en cuenta el hundimiento, abultamiento y la cantidad de repeticiones presentes.

Procedimiento para el análisis de la condición de un pavimento según metodología VIZIR

En cuanto a los pasos necesarios para aplicar esta metodología, se identifican tres indicadores clave como se muestra en la Figura 4: agrietamiento, degradación de la superficie y deformación. Cada uno de estos aspectos tiene un propósito específico en la evaluación o auscultación. El primer índice clasifica la degradación según el método VIZIR, el segundo mide el daño estructural y el tercero determina la gravedad del daño. Berrospi, 2022. Para calcular el índice de grietas (if), se debe determinar la extensión y la gravedad de la grieta. Las mediciones directas se basan en la longitud de la fisura y utilizan la tabla proporcionada en el método de clasificación de defectos de Clase A. Berrospi, 2022. Además, se puede observar la relación entre área o rango de área e índice de deformación (Id) y resistencia a la fisuración. Esto nos permite identificar diferentes tipos de daños como depresiones longitudinales y transversales, depresiones y golpes. Berrospi, 2022. Uno de los indicadores más importantes es el Índice de Degradación de la Superficie (Is), que permite determinar la severidad y severidad de la degradación. Si existe un error, se aplican los pasos:

Figura 4
Determinación de la calidad



Fuente: Guaranda (2017)

El valor del indicador "Is" de 1 y 2 se presenta a pavimentos con fisuras limitadas y deformaciones menores, que presentan una apariencia buena y solo requieren trabajos de mantenimiento rutinario en el momento actual (Apolinario, 2012).

El valor del indicador "Is" de 3 y 4 se presenta a pavimentos con fisuras de origen estructural y deformaciones moderadas, su condición superficial se considera regular y está suficientemente degradado como para requerir tratamientos de rehabilitación de intensidad moderada (Apolinario, 2012).

El valor del indicador "Is" de 5, 6 y 7 indica pavimentos con numerosos revestimientos y deformaciones de origen estructural, estas deficiencias superficiales demandan trabajos significativos de rehabilitación (Apolinario, 2012).

La calificación de las áreas de estudio se determina utilizando las tablas de estado de superficie del pavimento, que indican si el estado de conservación del tramo estudiado es bueno, regular o deficiente, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10
Rango de clasificación – VIZIR

RANGOS DE CLASIFICACION VIZIR	
RANGO	CLASIFICACION
1 Y 2	Bueno
3 Y 4	Regular
5,6 Y 7	Deficiente

Fuente: Guaranda (2017)

2.3 Bases conceptuales o definición de términos básicos

Asfalto: Es un material derivado del petróleo que requiere de la presencia de un aglomerante y está recubierto con betún de color marrón oscuro (Berrospi, 2022).

Carretera pavimentada: Es una vía construida con material bituminoso que permite el tráfico fluido (Berrospi, 2022).

Mantenimiento vial: Son las acciones destinadas a prolongar la vida útil de una vía, incluyendo medidas preventivas y correctivas (Morales, 2019).

Mejoramiento: Son las acciones que buscan elevar los estándares de calidad de un proyecto final (Morales, 2019).

Niveles de servicio: Son indicadores utilizados para determinar el nivel de servicio de una vía, incluyendo la capacidad de tráfico (Berrospi, 2022).

Índice de Condición del Pavimento (PCI): Es un índice utilizado para evaluar el estado actual de un pavimento, basado en la metodología PCI (Berrospi, 2022).

Método VIZIR: Es un sistema visual que permite identificar fallas estructurales en el pavimento (Coy, 2017).

Superficie de rodadura: Es la capa de la vía que está en contacto directo con las llantas de los vehículos (Peraza, 2016).

Vida útil: Es el período de tiempo durante el cual una vía puede ser utilizada y puede ser prolongada mediante programas de mantenimiento y rehabilitación (Porta, 2016)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Población y selección de la muestra

3.1.1 Población

En el presente proyecto la población está conformada por las vías que conforman a la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.

3.1.2 Muestra

En el presente proyecto para calcular la muestra se empleó una fórmula estadística para calcular el tamaño de muestra necesario. Con este fin, se presentan los datos correspondientes en la siguiente tabla.

Tabla 11
Ensayos de Laboratorio

ANCHO CALZADA (M)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (M)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Guaranda (2017)

Tabla 12
Tamaño de una muestra

Nivel de confianza (%)	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	80	62.3	50
Coef. Confiabilidad (Z)	2.58	2.33	2.17	2.05	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28	1.00	0.67
Error estimado (e)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.20	0.38	0.50

Fuente: Manuel (2012)

La normativa ASTM – D6433, señaló que el área en rango, debió de estar comprendida entre los $230 \pm 93 \text{ m}^2$, considerando la siguiente fórmula de determinación $U. M. = \text{Área} / (230+93)$. Así mismo, se contó con los siguientes valores de representación

$$LT = \text{Longitud total de vía: } 18000 \text{ m}$$

$$A: \text{Ancho de la vía promedio: } 7.00 \text{ m}$$

$$\text{Área: } 18\,000 * 7 \text{ m} = 126\,000 \text{ m}^2$$

Considerando el área máxima (230 ± 93) en la fórmula de determinación:

$$\rightarrow U. M = \text{Área} / 323$$

$$U. M = 126000 \text{ m}^2 / 323 = 390$$

Ante la fórmula que ha sido expuesta, se contó con un total de 390 unidades de muestreo, las cuales contaron con el área máxima considerada anteriormente.

Por consiguiente, se determinó el tamaño de muestra con la siguiente expresión:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

N = tamaño de la población = 390

z = nivel de confianza = 95% = 1.96 (tabla 12)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada = 50%
 q = probabilidad de fracaso = 50%

e = error máximo admisible estimado por el PCI = 5%

n = tamaño de la muestra = i

Donde:

$$n = \frac{390 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (390 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

En base a ello, es que se contó con un total de 193 unidades de muestras para la determinación del estado del pavimento flexible en el tramo de la carretera Huánuco-Pasco km 130+000-km 148+000.

3.2 Nivel, tipos y diseño de investigación

3.2.1 Enfoque

Esta investigación se basa en un enfoque cuantitativo, ya que los datos se presentan de forma numérica con el objetivo de medir el grado de afectación de un conjunto de pavimentos. Se adquirió la metodología del PCI y del VIZIR. Según Cohen y Gómez (2019), el enfoque cuantitativo se refiere al uso de valores numéricos para realizar evaluaciones precisas de los elementos analizados.

3.2.2 Alcance o nivel

El nivel de la investigación fue descriptivo, ya que se buscó describir el objeto de estudio mediante la aplicación de metodologías de caracterización del estado del pavimento, así como la realización de investigaciones de campo y análisis estadístico. Según Cohen y Gómez (2019), el nivel descriptivo tiene como objetivo conocer las características de un elemento específico en las dimensiones, variables e indicadores que conforman el objeto de estudio.

3.3.3 Diseño

El diseño de la investigación fue no experimental y transversal. Ya que no se experimentó por ende no se manipuló ningún aspecto de los pavimentos flexibles, sino que se analizó su estado actual. Además, se mostró transversal, ya que el instrumento de recolección de datos se aplicó en una sola ocasión para recopilar información de campo válida para la investigación.

3.3 Métodos, técnicas e instrumentos

3.3.1 Para la recolección de datos

Para la presente investigación se adquirió la técnica de observación durante todo el proceso de evaluación. Los datos observados se registraron en fichas y se aplicaron las metodologías PCI y VIZIR, utilizando las guías de aplicación correspondientes. Estas herramientas de recolección de datos se presentan en las Tablas 4, 6 y 7, determinando el tipo de falla de manera numérica, lo cual brinda información sobre el estado general del pavimento. A continuación, se describen las herramientas utilizadas.

- Cinta Métrica de 30 m.
- Regla de Madera de 1 m.
- Conos de tránsito.
- Chalecos reflectivos
- Casco de seguridad
- Ficha de Campo metodología PCI
- Ficha de Campo metodología VIZIR
- Cámara fotográfica.

3.3.2 Para la presentación de datos

En este proyecto se utilizará como herramienta para la presentación de los resultados, los datos fueron procesados utilizando el software estadístico SPSS V 26.00 y Microsoft Excel. Esto permitió crear tablas de frecuencia y diversos diagramas para organizar la información. Además, se realizó una validación estadística de la hipótesis planteada para demostrar la relación entre los métodos propuestos y la detección de fallas.

3.4 Procedimiento

Los resultados obtenidos, basados en las variables estudiadas y los análisis de la estadística descriptiva, permitieron investigar, verificar y comparar los resultados de las fallas observadas en campo. Se contrastaron estos resultados con los antecedentes existentes para comprender el grado de representatividad de las fallas. Además, se pudo evaluar la efectividad de la condición final del pavimento flexible, teniendo en cuenta la frecuencia y representatividad de las fallas identificadas.

3.5 Consideraciones éticas

Esta investigación es netamente de autoridad de los tesisistas, en esta investigación se revisó diversas fuentes de donde se obtuvo la información necesaria para desarrollar este trabajo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis según la metodología PCI

Para conocer el daño se realizó un trabajo de recolección de datos en las zonas de estudio en condiciones de intemperie, se estudió el daño identificado de acuerdo a la categoría, severidad, extensión y grado de representatividad, la recolección de datos se realizó en ambos métodos.

Tabla 13
Análisis de índice del pavimento – PCI

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA		PCI
1	0	32.9	26
2	32.9	65.8	26
3	65.8	98.7	22
4	98.7	131.6	4
5	131.6	164.5	4
6	164.5	197.4	4
7	197.4	230.3	3
8	230.3	263.2	3
9	263.2	296.1	3
10	296.1	329	3
11	329	361.9	3
12	361.9	394.8	47
13	394.8	427.7	48
14	427.7	460.6	26
15	460.6	493.5	26
16	493.5	526.4	26
17	526.4	559.3	22
18	559.3	592.2	4
19	592.2	625.1	4
20	625.1	658	4
21	658	690.9	3
22	690.9	723.8	3
23	723.8	756.7	3
24	756.7	789.6	3
25	789.6	822.5	3
26	822.5	855.4	47
27	855.4	888.3	48
28	888.3	921.2	52
29	921.2	954.1	52
30	954.1	987	37
31	987	1019.9	3
32	1019.9	1052.8	3
33	1052.8	1085.7	37
34	1085.7	1118.6	3
35	1118.6	1151.5	3
36	1151.5	1184.4	3
37	1184.4	1217.3	3
38	1217.3	1250.2	3
39	1250.2	1283.1	3
40	1283.1	1316	10
41	1316	1348.9	7
42	1348.9	1381.8	2

43	1381.8	1414.7	1
44	1414.7	1447.6	30
45	1447.6	1480.5	47
46	1480.5	1513.4	25
47	1513.4	1546.3	18
48	1546.3	1579.2	11
49	1579.2	1612.1	8
50	1612.1	1645	8
51	1645	1677.9	11
52	1677.9	1710.8	13
53	1710.8	1743.7	29
54	1743.7	1776.6	15
55	1776.6	1809.5	37
56	1809.5	1842.4	56
57	1842.4	1875.3	2
58	1875.3	1908.2	7
59	1908.2	1941.1	2
60	1941.1	1974	64
61	1974	2006.9	72
62	2006.9	2039.8	8
63	2039.8	2072.7	28
64	2072.7	2105.6	49
65	2105.6	2138.5	49
66	2138.5	2171.4	2
67	2171.4	2204.3	7
68	2204.3	2237.2	8
69	2237.2	2270.1	47
70	2270.1	2303	51
71	2303	2335.9	52
72	2335.9	2368.8	52
73	2368.8	2401.7	67
74	2401.7	2434.6	26
75	2434.6	2467.5	26
76	2467.5	2500.4	26
77	2500.4	2533.3	22
78	2533.3	2566.2	4
79	2566.2	2599.1	4
80	2599.1	2632	4
81	2632	2664.9	3
82	2664.9	2697.8	3
83	2697.8	2730.7	3
84	2730.7	2763.6	3
85	2763.6	2796.5	3
86	2796.5	2829.4	47
87	2829.4	2862.3	48
88	2862.3	2895.2	52
89	2895.2	2928.1	52
90	2928.1	2961	37
91	2961	2993.9	3
92	2993.9	3026.8	3
93	3026.8	3059.7	37
94	3059.7	3092.6	3
95	3092.6	3125.5	3
96	3125.5	3158.4	3
97	3158.4	3191.3	3
98	3191.3	3224.2	3
99	3224.2	3257.1	3
100	3257.1	3290	10
101	3290	3322.9	7
102	3322.9	3355.8	2
103	3355.8	3388.7	1
104	3388.7	3421.6	30
105	3421.6	3454.5	47
106	3454.5	3487.4	25
107	3487.4	3520.3	18
108	3520.3	3553.2	11
109	3553.2	3586.1	8
110	3586.1	3619	8

111	3619	3651.9	11
112	3651.9	3684.8	13
113	3684.8	3717.7	29
114	3717.7	3750.6	15
115	3750.6	3783.5	37
116	3783.5	3816.4	56
117	3816.4	3849.3	2
118	3849.3	3882.2	7
119	3882.2	3915.1	2
120	3915.1	3948	64
121	3948	3980.9	72
122	3980.9	4013.8	8
123	4013.8	4046.7	28
124	4046.7	4079.6	49
125	4079.6	4112.5	49
126	4112.5	4145.4	2
127	4145.4	4178.3	7
128	4178.3	4211.2	8
129	4211.2	4244.1	47
130	4244.1	4277	51
131	4277	4309.9	52
132	4309.9	4342.8	52
133	4342.8	4375.7	67
134	4375.7	4408.6	26
135	4408.6	4441.5	26
136	4441.5	4474.4	26
137	4474.4	4507.3	22
138	4507.3	4540.2	4
139	4540.2	4573.1	4
140	4573.1	4606	4
141	4606	4638.9	3
142	4638.9	4671.8	3
143	4671.8	4704.7	3
144	4704.7	4737.6	3
145	4737.6	4770.5	3
146	4770.5	4803.4	47
147	4803.4	4836.3	48
148	4836.3	4869.2	52
149	4869.2	4902.1	52
150	4902.1	4935	37
151	4935	4967.9	3
152	4967.9	5000.8	3
153	5000.8	5033.7	37
154	5033.7	5066.6	3
155	5066.6	5099.5	3
156	5099.5	5132.4	3
157	5132.4	5165.3	3
158	5165.3	5198.2	3
159	5198.2	5231.1	3
160	5231.1	5264	10
161	5264	5296.9	7
162	5296.9	5329.8	2
163	5329.8	5362.7	1
164	5362.7	5395.6	30
165	5395.6	5428.5	47
166	5428.5	5461.4	25
167	5461.4	5494.3	18
168	5494.3	5527.2	11
169	5527.2	5560.1	8
170	5560.1	5593	8
171	5593	5625.9	11
172	5625.9	5658.8	13
173	5658.8	5691.7	29
174	5691.7	5724.6	15
175	5724.6	5757.5	37
176	5757.5	5790.4	56
177	5790.4	5823.3	2
178	5823.3	5856.2	7

179	5856.2	5889.1	2
180	5889.1	5922	64
181	5922	5954.9	72
182	5954.9	5987.8	8
183	5987.8	6020.7	28
184	6020.7	6053.6	49
185	6053.6	6086.5	49
186	6086.5	6119.4	2
187	6119.4	6152.3	7
188	6152.3	6185.2	8
189	6185.2	6218.1	47
190	6218.1	6251	51
191	6251	6283.9	52
192	6283.9	6316.8	52
193	6316.8	6349.7	67
PROMEDIO			21.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14
Rango de calidad del pavimento- PCI

RANGO DE CALIFICACION PCI		
Rango	Clasificación	Simbología
100 – 85	Excelente	
85 – 70	Muy Bueno	
70 – 55	Bueno	
55 - 40	Regular	
40 - 25	Malo	
25-10	Muy Malo	
10 - 0	Fallado	

Fuente: Elaboración propia.

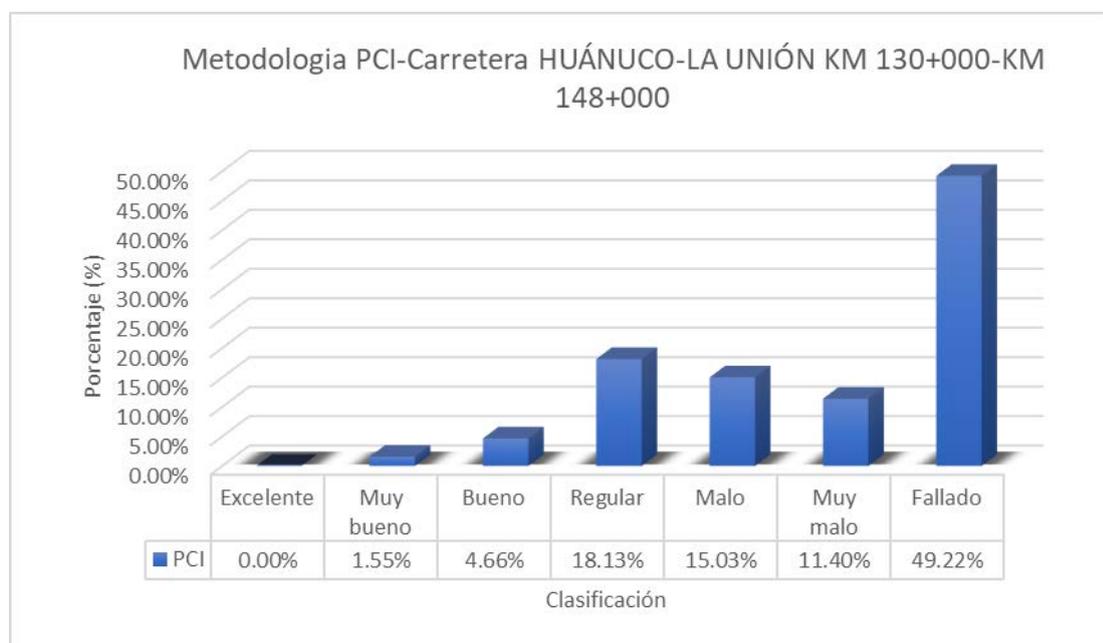
De la anterior tabla, de los resultados analizados por el método PCI en el índice de la calidad del pavimento, se llega a la conclusión que, del total de 193 muestras, el promedio de todas estas fue de 21.52, siendo según la tabla del rango de la calidad del pavimento muy mala. En la siguiente tabla apreciaremos la distribución de la condición del pavimento según la metodología PCI.

Tabla 15
Distribución de condición del pavimento-PCI

Clasificación	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	0	0.00%
Muy bueno	3	1.55%
Bueno	9	4.66%
Regular	35	18.13%
Malo	29	15.03%
Muy malo	22	11.40%
Fallado	95	49.22%
total	193	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Distribución de condición del pavimento-PCI



Fuente: Elaboración propia.

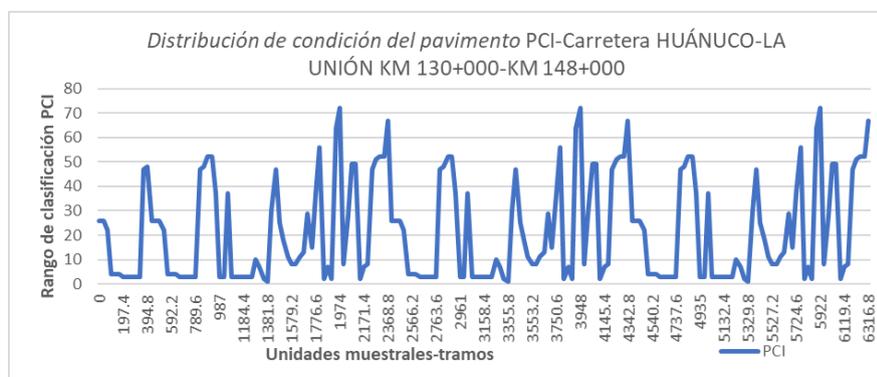
Según la gráfica anterior se puede apreciar que del total de las 193 muestras aproximadamente más del 49.22% representa una condición de pavimento fallado, también que el 11.40% representa una condición de pavimento muy malo, también que el 15.03% representa una condición de pavimento malo, mientras que solo; el 18.13% representa una condición de pavimento regular, 4.66% representa una condición de pavimento bueno y solo un 1.55%

representa una condición de pavimento muy bueno; mientras que una condición de excelente carece en toda la muestra.

De todo este resultado se puede apreciar que se encontraron las siguientes fallas: *Grieta de piel de cocodrilo, depresión, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados y desprendimiento de agregados.*

Figura 6

Grafica de distribución de condición del pavimento-PCI



Fuente: Elaboración propia.

De la anterior grafica se puede evidenciar que en todo el tramo de estudio la condición del pavimento según la metodología PCI es pésima y necesita una mejora de la calidad del pavimento, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas.

4.2 Análisis según la metodología VIZIR

Para conocer el daño se realizó un trabajo de recolección de datos en las zonas de estudio en condiciones de intemperie, se estudió el daño identificado de acuerdo a la categoría, severidad, extensión y grado de representatividad.

Tabla 16
Análisis de índice del pavimento - VIZIR

TRAMO	PUNTO DE REFERENCIA		VIZIR
1	0	32.9	7
2	32.9	65.8	7
3	65.8	98.7	7
4	98.7	131.6	7
5	131.6	164.5	7
6	164.5	197.4	7
7	197.4	230.3	7
8	230.3	263.2	4
9	263.2	296.1	4
10	296.1	329	7
11	329	361.9	7
12	361.9	394.8	4
13	394.8	427.7	4
14	427.7	460.6	7
15	460.6	493.5	7
16	493.5	526.4	7
17	526.4	559.3	7
18	559.3	592.2	7
19	592.2	625.1	7
20	625.1	658	7
21	658	690.9	7
22	690.9	723.8	4
23	723.8	756.7	4
24	756.7	789.6	7
25	789.6	822.5	7
26	822.5	855.4	4
27	855.4	888.3	4
28	888.3	921.2	4
29	921.2	954.1	4
30	954.1	987	4
31	987	1019.9	6
32	1019.9	1052.8	6
33	1052.8	1085.7	4
34	1085.7	1118.6	7
35	1118.6	1151.5	7
36	1151.5	1184.4	7
37	1184.4	1217.3	7
38	1217.3	1250.2	7
39	1250.2	1283.1	4
40	1283.1	1316	4
41	1316	1348.9	7
42	1348.9	1381.8	7
43	1381.8	1414.7	7
44	1414.7	1447.6	7
45	1447.6	1480.5	4
46	1480.5	1513.4	6
47	1513.4	1546.3	4
48	1546.3	1579.2	4
49	1579.2	1612.1	6
50	1612.1	1645	6
51	1645	1677.9	4
52	1677.9	1710.8	4
53	1710.8	1743.7	4
54	1743.7	1776.6	4
55	1776.6	1809.5	4
56	1809.5	1842.4	2
57	1842.4	1875.3	7
58	1875.3	1908.2	7
59	1908.2	1941.1	7
60	1941.1	1974	4
61	1974	2006.9	2
62	2006.9	2039.8	4
63	2039.8	2072.7	4
64	2072.7	2105.6	2

65	2105.6	2138.5	2
66	2138.5	2171.4	7
67	2171.4	2204.3	7
68	2204.3	2237.2	7
69	2237.2	2270.1	3
70	2270.1	2303	3
71	2303	2335.9	3
72	2335.9	2368.8	3
73	2368.8	2401.7	2
74	2401.7	2434.6	7
75	2434.6	2467.5	7
76	2467.5	2500.4	7
77	2500.4	2533.3	7
78	2533.3	2566.2	7
79	2566.2	2599.1	7
80	2599.1	2632	7
81	2632	2664.9	7
82	2664.9	2697.8	4
83	2697.8	2730.7	4
84	2730.7	2763.6	7
85	2763.6	2796.5	7
86	2796.5	2829.4	4
87	2829.4	2862.3	4
88	2862.3	2895.2	4
89	2895.2	2928.1	4
90	2928.1	2961	4
91	2961	2993.9	6
92	2993.9	3026.8	6
93	3026.8	3059.7	4
94	3059.7	3092.6	7
95	3092.6	3125.5	7
96	3125.5	3158.4	7
97	3158.4	3191.3	7
98	3191.3	3224.2	7
99	3224.2	3257.1	5
100	3257.1	3290	5
101	3290	3322.9	7
102	3322.9	3355.8	7
103	3355.8	3388.7	7
104	3388.7	3421.6	7
105	3421.6	3454.5	4
106	3454.5	3487.4	6
107	3487.4	3520.3	5
108	3520.3	3553.2	5
109	3553.2	3586.1	6
110	3586.1	3619	6
111	3619	3651.9	5
112	3651.9	3684.8	5
113	3684.8	3717.7	5
114	3717.7	3750.6	4
115	3750.6	3783.5	5
116	3783.5	3816.4	3
117	3816.4	3849.3	7
118	3849.3	3882.2	7
119	3882.2	3915.1	7
120	3915.1	3948	4
121	3948	3980.9	3
122	3980.9	4013.8	4
123	4013.8	4046.7	4
124	4046.7	4079.6	3
125	4079.6	4112.5	3
126	4112.5	4145.4	7
127	4145.4	4178.3	7
128	4178.3	4211.2	7
129	4211.2	4244.1	3
130	4244.1	4277	3
131	4277	4309.9	3
132	4309.9	4342.8	3

133	4342.8	4375.7	2
134	4375.7	4408.6	7
135	4408.6	4441.5	7
136	4441.5	4474.4	7
137	4474.4	4507.3	7
138	4507.3	4540.2	7
139	4540.2	4573.1	7
140	4573.1	4606	7
141	4606	4638.9	7
142	4638.9	4671.8	5
143	4671.8	4704.7	5
144	4704.7	4737.6	7
145	4737.6	4770.5	7
146	4770.5	4803.4	4
147	4803.4	4836.3	5
148	4836.3	4869.2	4
149	4869.2	4902.1	4
150	4902.1	4935	5
151	4935	4967.9	6
152	4967.9	5000.8	6
153	5000.8	5033.7	5
154	5033.7	5066.6	7
155	5066.6	5099.5	7
156	5099.5	5132.4	7
157	5132.4	5165.3	7
158	5165.3	5198.2	7
159	5198.2	5231.1	5
160	5231.1	5264	5
161	5264	5296.9	7
162	5296.9	5329.8	7
163	5329.8	5362.7	7
164	5362.7	5395.6	7
165	5395.6	5428.5	4
166	5428.5	5461.4	6
167	5461.4	5494.3	5
168	5494.3	5527.2	5
169	5527.2	5560.1	6
170	5560.1	5593	6
171	5593	5625.9	5
172	5625.9	5658.8	5
173	5658.8	5691.7	5
174	5691.7	5724.6	4
175	5724.6	5757.5	5
176	5757.5	5790.4	3
177	5790.4	5823.3	7
178	5823.3	5856.2	7
179	5856.2	5889.1	7
180	5889.1	5922	4
181	5922	5954.9	3
182	5954.9	5987.8	4
183	5987.8	6020.7	4
184	6020.7	6053.6	3
185	6053.6	6086.5	3
186	6086.5	6119.4	7
187	6119.4	6152.3	7
188	6152.3	6185.2	7
189	6185.2	6218.1	3
190	6218.1	6251	3
191	6251	6283.9	3
192	6283.9	6316.8	3
193	6316.8	6349.7	2
PROMEDIO			5.39

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17
Rango de calidad del pavimento- VIZIR

RANGO DE CALIFICACIÓN VIZIR		
Rango	Clasificación	Simbología
1 y 2	BUENO	
3 y 4	REGULAR	
5,6 y 7	DEFICIENTE	

Fuente: Elaboración propia.

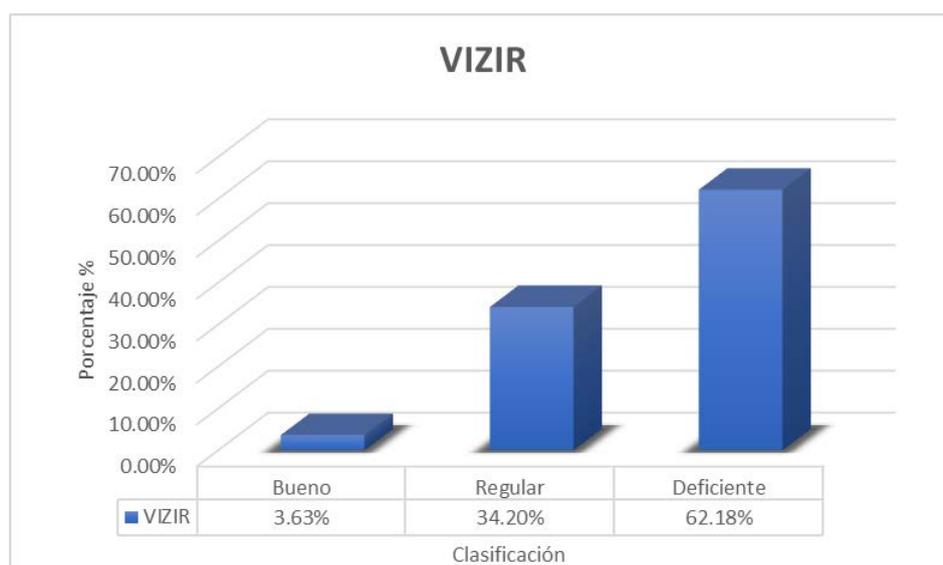
Tabla 18
Distribución de condición del pavimento-VIZIR

Clasificación	Frecuencia	Porcentaje
Bueno	7	3.63%
Regular	66	34.20%
Deficiente	120	62.18%
	193	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla, de los resultados analizados por el método VIZIR en el índice de la calidad del pavimento, se llega a la conclusión que, del total de 193 muestras, el promedio de todas estas fue de 5.39, siendo según la tabla del rango de la calidad del pavimento deficiente. En la siguiente tabla apreciaremos la distribución de la condición del pavimento según la metodología VIZIR.

Figura 7
Distribución de condición del pavimento-VIZIR



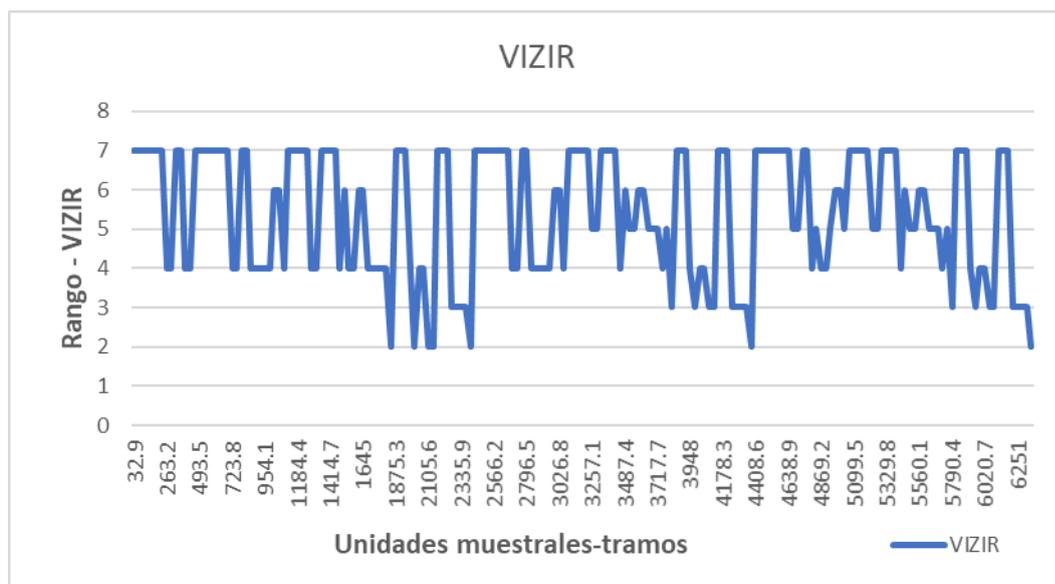
Fuente: Elaboración propia.

Según la gráfica anterior se puede apreciar que del total de las 193 muestras aproximadamente más del 62.18% representa una condición de pavimento deficiente, también que el 34.20% representa una condición de pavimento regular y solo un 3.63% representa una condición de pavimento bueno, en donde las fallas más representativas, fueron:

Grieta de piel de cocodrilo, depresión, grietas longitudinales y transversales, pulimiento de agregados y desprendimiento de agregados.

Figura 8

Gráfica de distribución de condición del pavimento-VIZIR



Fuente: Elaboración propia.

De la anterior gráfica se puede evidenciar que en todo el tramo de estudio la condición del pavimento según la metodología VIZIR actualmente se encuentra degradado y necesita una mejora de la calidad del pavimento como un recapeo o la posibilidad de evaluar más a fondo las fallas de tipo

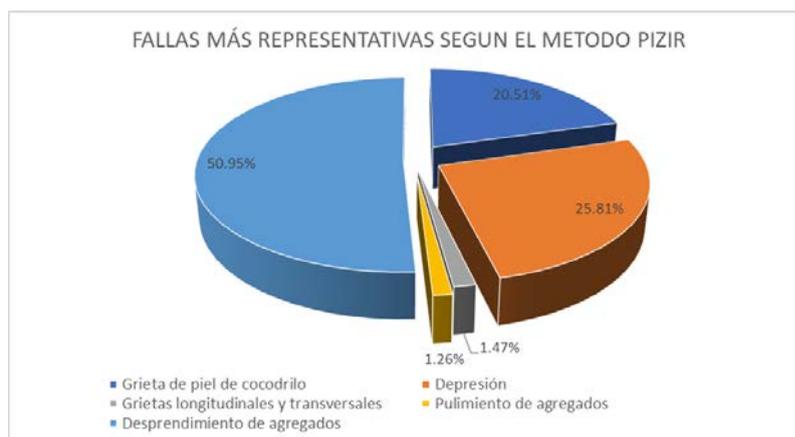
estructurales, todo con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas.

Tabla 19
Densidad de fallas más representativas

Clasificación	Densidad	Porcentaje
Grieta de piel de cocodrilo	3693.921	20.51%
Depresión	4647.112	25.81%
Grietas longitudinales y transversales	264.1337	1.47%
Pulimiento de agregados	227.6596	1.26%
Desprendimiento de agregados	9173.86	50.95%
	18006.686	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9
Fallas más representativas PCI-VIZIR



Fuente: Elaboración propia.

Según la anterior figura, las fallas más significativas han tenido una alta concentración. En primer lugar, destaca el pulimiento de agregado, con una densidad de 9173,86 y una representatividad del 50,95%. A continuación, se encuentra la falla de depresión, con una densidad de 4647,112 y una representatividad del 25.81%. La tercera falla más representativa es la grieta de piel de cocodrilo, con una densidad de 3693.921 y una representatividad del 20.51%. Estas fallas han tenido un impacto significativo en la condición final del pavimento. Aunque las grietas longitudinales y transversales, así como el

pulimento de agregados, han tenido una menor representatividad, no se pueden ignorar sus efectos negativos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Presentar la contrastación de los resultados del trabajo de investigación

En al presente tesis se tuvo como objetivo principal realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000, el cual se realizó en el transcurso de la tesis y se puede observar una similitud en índice de calidad del pavimento en la zona de estudio, siendo según el método PCI que el 49.22 % representa un calidad de pavimento fallado y en el método VIZIR el 62.18% representa una calidad de pavimento deficiente, siendo la metodología PCI la que más información ha podido ofrecer en la investigación de campo debido a que cuenta con una escala de mayor prevalencia y valoración, en donde el cálculo se ha caracterizado por haber sido de mayor precisión; ante todo ello demuestra el gran desinterés y el abandono del pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 por parte de las autoridades locales y regionales.

Coy (2017), también realizo un análisis comparativo empleando estas dos metodologías en la ciudad de Granada-Colombia ,dando como resultado que ambas metodologías guardan similitud en cuanto a la condición de la calidad de pavimento flexible ya que en esta tesis también se evalúa el factor de la temperatura, con todo lo anterior mencionado el autor de la tesis afirma que la metodología PCI es más completa y brinda un mayor detalle que la metodología VIZIR por lo que deja en claro que emplear la metodóloga PCI es

más eficiente que la metodología VIZIR y que la condición deficiente del pavimento se debe a una falla en el diseño y a la ausencia de manteniendo por las autoridades concernientes.

También se debe tener en cuenta que mediante el análisis de la metodología PCI, en la presente tesis se llegó al promedio de la calidad del pavimento ha sido de 23,35 en donde según esta metodología representa una condición muy mala, en donde la distribución de las fallas, ha sido regular en todo el tramo de vía analizado. Para Rojas (2017), las fallas que han mostrado mayor representación son la piel de cocodrilo y las fallas longitudinales, lo que indica una falta evidente de mantenimiento por parte de la entidad municipal. Además, se ha observado que más del 49.22% de las unidades de muestreo presentan una condición de "Fallado". El 18.13% se encuentra en una condición "Regular", mientras que el 11.40% muestra una condición "Muy malo" y el 15.03% presenta una condición "Malo". Estos resultados demuestran el impacto severo que se ha generado en los tramos de vías analizados, lo que ha reducido la calidad de vida en el área de estudio y ha afectado negativamente la transitabilidad. Esto sugiere la existencia de problemas significativos en la infraestructura vial.

Y finalmente que mediante el análisis de la metodología VIZIR, en la presente tesis se llegó al promedio de la calidad del pavimento ha sido de 5,52 n donde según esta metodología representa una condición deficiente. Para Berrospi, 2022, en la tesis se ha señalado que, según la metodología utilizada, se ha obtenido un valor de 4,5 en el estado de conservación de las vías en el lado derecho. Además, las fallas más representativas encontradas han sido del

tipo A y B, presentes en más del 57% de las vías evaluadas. La metodología analizada ha resaltado la necesidad urgente de una propuesta de mantenimiento que mejore la condición de servicio general. Se ha observado que menos del 2% de las unidades de prueba han cumplido con el período de vida útil del tramo de vía, lo que subraya la importancia de implementar acciones de mantenimiento para mejorar esta situación.

CONCLUSIONES

- Se concluye que emplear la metodología PCI cuenta con una escala de mayor prevalencia y valoración que la metodología VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.
- Se concluye que el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 es deficiente.
- Se concluye que el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 es fallado.
- Se concluye que la falla más representativa evaluado con la metodología PCI y VIZIR fue el desprendimiento de agregados siendo un 50.95% mientras que las otras dos fallas con mayor incidencia fueron la depresión con 25.81% la grieta por piel de cocodrilo con más de un 20.51%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un análisis comparativo más específico con un tamaño de muestra más amplio para ambas metodologías, y también implementar la perspectiva de su conformación técnica y teórica.
- Se recomienda a las agencias responsables de la evaluación y el mantenimiento de pavimentos a utilizar el análisis PCI transversal. Esto les permitirá desarrollar ofertas de pago diferenciadas para reducir los costos de reparación y mantenimiento.
- Se recomienda elaborar una propuesta de compensación con el objetivo de disminuir los efectos negativos causados por las grietas de piel de cocodrilo, desprendimiento de agregados y depresión. El propósito de esta propuesta sería aumentar la duración del tiempo de vida útil de la vía analizada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya, A. y Rojas, E. (2017). Análisis comparativo entre metodologías VIZIR y PCI para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá (Informe de pregrado). Universidad Santo Tomás: Bogotá.

Bullón, K. (2018). Análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR en la evaluación superficial del pavimento flexible, Lima – 2018 (Informe de pregrado). Universidad César Vallejo: Lima.

Cárdenas, J. (2017), Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortés, distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho – agosto 2016 (Informe de pregrado). Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote: Huanta.

Chicchón, E. (2018). Aplicación De Las Metodologías Pci Y Vizir En La Evaluación Del Estado Del Pavimento Flexible De La Vía De Evitamiento Sur De La Ciudad De Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte: Trujillo.

Coy, O. (2017). Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53C comparando los métodos VIZIR Y PCI (Informe de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada: Colombia.

Ghouse, M.; Mirza, A.; Malik, M.; Jawed, A. y Mohammed, A. (2017). Failures in Flexible Pavements and Remedial Measures. Revista de International Journal of Research, 4 (1), 945 – 952.

Guaranda, B. (2017). Análisis Comparativo De Los Métodos Vizir – Pci Aplicada En Pavimento Flexible Vía Jipijapa – La Mona, Cantón Jipijapa (Tesis de pregrado). Universidad Estatal del Sur de Manabí: Ecuador.

INEI (2017). Perú: Encuesta demográfica (Informe técnico). INEI: Lima.

Loayza, C. y Benites, J. (2019). Evaluación del pavimento flexible mediante métodos del PCI y VIZIR en el tramo de la carretera de Monsefú - puerto Etén (Tesis de pregrado). Universidad César Vallejo: Chiclayo.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras (Informe Técnico). MTC: Lima.

Morales, M. (2019). Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión: Juliaca.

Murga, C. y Zerpa, R. (2019). Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida costa rica y prolongación César Vallejo, Trujillo (Informe de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego: Trujillo.

Peraza, A. (2016). Evaluación de un tramo de la carretera rural Santa Clara entronque Vuelta aplicando el método "Pavement Condition Index" y los métodos cubanos (Tesis de pregrado). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas: Santa Clara.

Porta, S. (2016). Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimentos (PCI) y visión e inspección de zonas e itinerarios en riesgo (VIZIR) en la avenida mariscal castilla, tramo: fundo el porvenir -La

Victoria (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú: Huancayo.

Sierra, C. y Rivas, A. (2016). Aplicación Y Comparación De Las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación Y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) En La Upz Yomasa (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia: Colombia.

Cotrina, L. (2020). Aplicación del método PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) para evaluar pavimentos flexibles en la progresiva 46+600-51+600, Yanahuanca- Cerro De Pasco 2019 (Informe de pregrado). Universidad de Huánuco: Huánuco.

ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de consistencia

TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN KM 130+000-KM 148+000						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Metodología
Problema general:	Objetivo General	Hipótesis General		Se trata de la condición en la que se encuentra un pavimento, la cual varía según el tiempo de desarrollo y el nivel de afectación evidenciado.	PCI VIZIR	Enfoque
¿Cómo realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?	Realizar el análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR para pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000	Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando las metodologías PCI y VIZIR				Será cuantitativo
Problema específico:	Objetivos específicos	Hipótesis específico				Alcance o nivel
¿Cómo identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?	Identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.	Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando la VIZIR.				El alcance es descriptivo
¿Cómo identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?	Identificar el estado del pavimento flexible empleando la metodología PCI de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.	Se presenta un estado deficiente de su pavimento flexible de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000 empleando la PCI.	Variable independiente: Metodologías PCI y VIZIR	Se refiere al estado actual o clasificación de una superficie asfáltica, que se determina por la presencia de fallas o daños específicos que causan un nivel general de afectación en dicha superficie	Estado de deterioro	Diseño
¿Cómo examinar y evaluar la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000?	Examinar y evaluar la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.	El desprendimiento agregados es la falla más significativa del pavimento flexible aplicando las metodologías PCI y VIZIR de la carretera HUÁNUCO-LA UNIÓN km 130+000-km 148+000.	Variable dependiente: Pavimento flexible			Es no experimental

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2: Instrumentos de recolección de datos

TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN KM 130+000-KM 148+000"										
FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)										
Nombre de la vía:					Tramo:					
Evaluado por:					Ancho de vía:					
Fecha:					Long. Unidad:					
Abscisa inicial:					Área de la muestra					
Abscisa final:					Lado de vía:					
1. Grieta piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			15. Ahuellamiento				
2. Exudación de asfalto			9. Desnivel carril 1 berma			16. Desplazamiento				
3. Agrietamiento en bloques			10. Grietas longitudinales y transversales			17. Grieta parabólica				
4. Abultamientos y hundimientos			11. Parcheo			18. Hinchamiento				
5. Corrugación			12. Pulimiento de agregados			19. Desprendimiento de agregados				
6. Depresión			13. Huecos							
7. Grieta de borde			14. Cruce de vía férrea							
FALLAS EXISTENTES										
TIPO DE FALLA	SEVER	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
Número de deducidos > 2 (q)									Total:	
Valor deducido más alto (HDVI)										
Número admisible de deducidos (ml)										

TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN KM 130+000-KM 148+000”						
FORMATO DE REGISTRO DE CAMPO DE VISIÓN E INSPECCIÓN DE ZONAS E ITINERARIOS EN RIESGO (VIZIR)						
Nombre de la vía:			Tramo:			
Evaluado por:			Ancho de vía:			
Fecha:			Long. Unidad:			
Abscisa inicial:			Área de la muestra			
Abscisa final:			Lado de vía:			
PR. ABSCISA (M)			OBSERVACIONES			
Deterioro A (Condiciones estructurales)	1. Grieta piel de cocodrilo					
	2. Exudación de asfalto					
	3. Agrietamiento en bloques					
4. Abultamientos y hundimientos						
5. Corrugación						
6. Depresión						
	7. Grieta de borde					
	8. Grieta de reflexión de junta					
	9. Desnivel carril l berma					
10. Grietas longitudinales y transversales						

Deterioro B (Condiciones funcionales)	11. Parcheo							
	12. Pulimento de agregados							
	13. Huecos							
	14. Cruce de vía férrea							
	15. Ahuellamiento							
	16. Desplazamiento							
	17. Grieta parabólica							
	18. Hinchamiento							
	19. Desprendimiento de agregados							

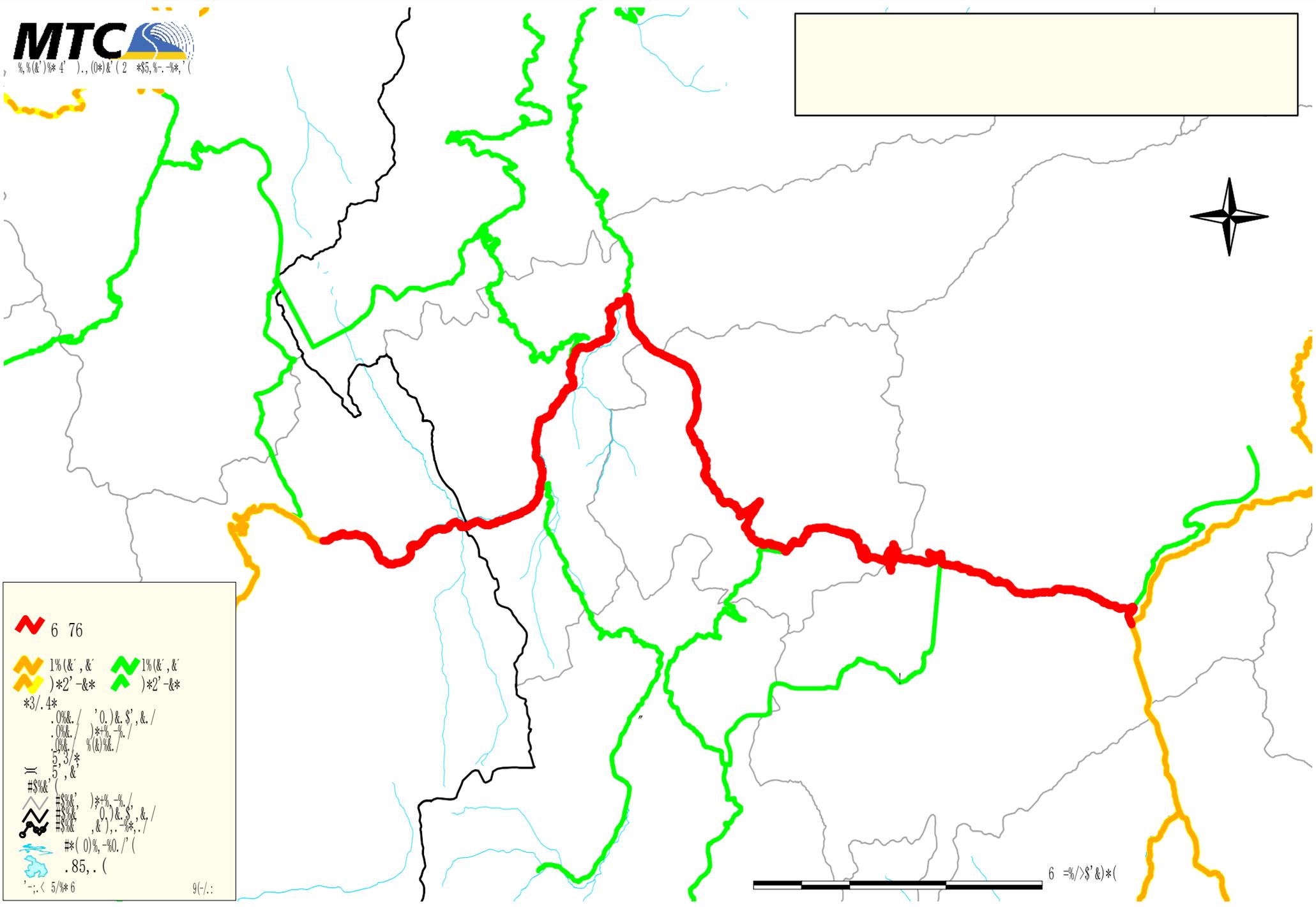
ANEXO N°3: Plano de ubicación



 6 76
 1% (&', &') * 2' - & *
 1% (&', &') * 2' - & *
 * 3 / 4 *
 . 0% & / ' 0) & . S', & /
 . 0% & /) * + - % /
 % (&) % & /
 # S % & () * + - % /
 # S % & () * + - % /
 # (0) % , - % 0 . / ' (. 85 . . (



6 = % / > \$' &) * (



RESOLUCIÓN FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN



RESOLUCIÓN VIRTUAL N°631-2023-UNHEVAL-FICA-D

Cayhuayna, 15 agosto 2023

VISTO: La solicitud virtual enviada por correo, de fecha 15.AGO.2023, de las Bachilleres de Ingeniería Civil **HELEN MALLQUI SANCHEZ y ROCÍO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis

CONSIDERANDO:

Que, con solicitud virtual enviada por correo, de fecha 15.AGO.2023 de las Bachilleres de Ingeniería Civil **HELEN MALLQUI SANCHEZ y ROCÍO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**, pidiendo fecha y hora para sustentación de Tesis titulada: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN KM 130+000 – KM 148+000;

Que, con Resolución Virtual N°611-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 10.AGO.2023, se designo a la comisión de Revisar y Evaluar el Proyecto de Tesis a los docentes: Presidente: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas, Secretario: Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, Vocal: Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, Accesitario: Mg. Ing. Bladimir Abad García como jurados revisores de Tesis de las Bachilleres de Ingeniería Civil **HELEN MALLQUI SÁNCHEZ y ROCÍO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**;

Que, con Constancia de revisión y aprobación del borrador de tesis, del Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea la, carta N°040-2023-Mg.LFNJ, del Mg. Ing. Luis Fernando Narro jara, INFORME N°011-2023-EAPIC-UNHEVAL/RMG del Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia y Carta de conformidad del asesor de la tesis Titulado: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN KM 130+000 – KM 148+000, de las Bachilleres de Ingeniería Civil **HELEN MALLQUI SANCHEZ y ROCÍO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**;

Que, mediante Resolución Consejo Universitario N° 3412 – 2022 – UNHEVAL, de fecha 24 de octubre del 2022 en el Capítulo IV – Título III – Tesis – Art. 44° Una vez que los miembros de Jurado de Tesis informen al Decano acerca de la suficiencia del trabajo de tesis para su sustentación, el interesado presentará una solicitud dirigida al Decano pidiendo se fije lugar, fecha y hora para el acto de sustentación...;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano por Ley Universitaria N° 30220 y por el Estatuto de la UNHEVAL;

SE RESUELVE:

- 1° **SEÑALAR** Fecha y hora para la sustentación Presencial de la tesis titulada: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN KM 130+000 – KM 148+000, de las Bachilleres de Ingeniería Civil **HELEN MALLQUI SANCHEZ y ROCÍO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**, para el **jueves 17. agosto 2023 a horas 19.30 pm**, en modalidad Presencial, en el Auditorio de la FICyA por los considerandos anotados.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dr. Víctor Manuel Goicochea Vargas
DECANO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



DECANATO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 17 días del mes de agosto de 2023, siendo las 19.30 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N° 611-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N° 631-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 15.AGO.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN KM 130+000 – KM 148+000**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de las Bachilleres **HELEN MALLQUI SÁNCHEZ Y ROCIO DEL PILAR ARQUEÑO ARRATEA**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y las bachilleres mencionadas, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa, los miembros de jurado procedieron a la evaluación de las aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
MALLQUI SÁNCHEZ HELEN	APROBADO	14	BUENO
ARQUEÑO ARRATEA ROCIO DEL PILAR	APROBADO	14	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL - Título VII– Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las.....21:30 pm..... del mismo día 17/08/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHEA VARGAS
 PRESIDENTE


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 SECRETARIO


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°043-2023- DI/FICyA

El director de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis "**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUANUCO-LA UNIÓN KM 130+000-KM 148+000**" de las Bachiller **MALLQUI SANCHEZ, Helen** y **ARQUEÑO ARRATEA, Rocio del Pilar**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 26 % verificable en el Reporte de Originalidad del software anti-plagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 09 agosto 2023



[Handwritten signature]
.....
Dr. José Luís VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de Investigación

Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO-LA UNIÓN KM 130+000-KM 148+000.pdf

AUTOR

Mallqui Sánchez, Helen Arqueño Arratea , Rocío del Pilar

RECuento DE PALABRAS

11910 Words

RECuento DE CARACTERES

63144 Characters

RECuento DE PÁGINAS

270 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

93.6MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 9, 2023 1:15 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 9, 2023 1:18 PM GMT-5

● **26% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 25% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado


Dr. Ing. Jose Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
DOCENTE DE LA FICA

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACION DE TESIS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERÍA CIVIL
Grado que otorga
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad
Nombre del programa
Título que Otorga

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio
Grado que otorga

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	MALLQUI SANCHEZ HELEN							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	962618022
Nro. de Documento:	70786971					Correo Electrónico:	helenmallqui.1306@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	ARQUEÑO ARRATEA ROCIO DEL PILAR							
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	970542831
Nro. de Documento:	46150142					Correo Electrónico:	rociodelpilar27.7@gmail.com	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO					
Apellidos y Nombres:	ZEVALLOS HUARANGA JORGE			ORCID ID:	0000-0003-1944-7198			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	19836982

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS VÍCTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA RISSEL
Accesitario	ABAD GARCÍA BLADIMIR

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE LAS METODOLOGÍAS PCI Y VIZIR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA HUÁNUCO LA UNIÓN KM 130+000 – KM 148+000
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2023		
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	PAVIMENTO	PCI	VIZIR			
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>		
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:			
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:						

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

		
Firma: Apellidos y Nombres:	MALLQUI SANCHEZ, HELEN	Huella Digital
DNI:	70786971	
		
Firma: Apellidos y Nombres:	ARQUEÑO ARRATEA, ROCIO DEL PILAR	Huella Digital
DNI:	46150142	
Fecha: 12/09/2023		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.