



ESCUELA DE POSGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los
pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de
Barranca – 2017.

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR:

Br. ZEVALLOS GAMARRA, RAFAEL ERNESTO

ASESOR:

Dr. César Humberto Del Castillo Talledo

SECCIÓN

Ingeniería Civil

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Gestión de Proyectos

PERÚ - 2018

Página del Jurado

Dr. Arturo Melgar Begazo
Presidente

Walter Villalobos Cueva
Secretario

Dr. César Del Castillo Talledo
Vocal

Dedicatoria

Dedicado con mucho amor y aprecio a mi familia, mi querida esposa Yuliana e hijo Rafaelito.

Con el más profundo agradecimiento, a mis hermanos, Sergio, Isabel y Francisco y para mi madre por el apoyo incondicional para el logro de mis objetivos.

Muchas Gracias.

Agradecimiento

Agradezco a todos quienes me han apoyado a que la presente tesis fuese posible.

A la Universidad César Vallejo por la gran oportunidad de estudiar en esta institución.

A los asesores, profesores y compañeros que durante toda la carrera han aportado con sus enseñanzas y experiencias, para nuestra formación.

Gracias.

Declaratoria de autenticidad

Yo, Rafael Ernesto Zevallos Gamarra, estudiante del Programa Maestría en Ingeniería Civil Con Mención en Dirección de Empresas de Construcción de la Escuela de Postgrado de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 15852217, con la tesis titulada “Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017”.

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.

La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Lima, 30 de Noviembre del 2017

Rafael Ernesto Zevallos Gamarra
DNI N° 15852217

Presentación

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017”., con la finalidad de identificar y evaluar el nivel de las fallas y/o patologías del pavimento flexible, existentes en las diferentes vías de la ciudad de Barranca provincia de Barranca, Departamento de Lima; esto nos permitirá obtener un índice de la integridad estructural del pavimento, de la condición operacional de la superficie, el estado actual del Pavimento Flexible en las vías del cercado de la ciudad de Barranca y cuáles son las causas que han generado la presencia de fallas y/o patologías en el pavimento y cómo podemos mejorarla para brindar un mejor servicio transitabilidad a la población con respecto al tránsito; en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil Con Mención en Dirección de Empresas de Construcción.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor.

Indice

	Pág.
Página del Jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Indice	vii
Indice de tablas	x
Indice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xv
I. Introducción	17
1.1. Antecedentes	29
1.1.1. Antecedentes Nacionales	29
1.1.2. Antecedentes Locales	30
1.2. Fundamentación técnica	31
1.2.1. Fallas en pavimentos flexibles	31
1.2.2.- Fundamentación técnica	32
1.2.3. Piel de cocodrilo	33
1.2.4. Exudación	34
1.2.5. Fisuras en bloque	35
1.2.6. Abultamientos y hundimientos	35
1.2.7. Corrugación	36
1.2.8. Depresión	37

1.2.9. Fisuras de borde	38
1.3. Justificación	44
1.4. Problema	45
1.4.1. Formulación de Problema	46
1.5. Hipótesis	47
1.6. Objetivos	47
1.6.1. Objetivo General	47
1.6.2. Objetivos Específicos	47
II. Método	48
2.1. Variables	49
2.2. Operacionalización de las variables	50
2.3. Metodología	52
2.3.1. Tipo de investigación	52
2.3.2. Diseño	52
2.3.3. Método	52
2.3.4. Alcance	52
2.3.5. Población	52
2.3.6. Muestra	52
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
2.5. Métodos de análisis de datos	54
III. Evaluación de la condición de un pavimento	55
3.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)	56
3.2. Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento	57
3.3. División del Pavimento en Unidades de Muestra	58
3.4. Determinación de las Unidades de Muestreo para la Evaluación	58
3.4.1. Evaluación de un Proyecto	58

3.5. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo	63
3.5.1. Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica	63
IV. Evaluación Superficial de la Avenida José Gálvez	67
4.1. Datos Generales	68
4.1.1. Ubicación	68
4.1.2. Descripción de la sección	68
4.1.3. Geometría	68
4.1.4. Estructura del Pavimento	68
4.1.5. Medio Ambiente y drenaje	69
4.1.6. Obras adicionales	69
4.2. Aplicación de método PCI	69
4.2.1. Muestreo y unidades de muestra	69
4.2.2. Procedimiento de Inspección	70
V. Resultados	71
VI. Discusión	77
VII. Conclusiones	80
VIII. Recomendaciones	82
IX. Referencias	85
Anexos	87
Anexo 1. Matriz de consistencia	88
Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables	91
Anexo 3. Certificado de validez	93
Anexo 4. Pantallazo del turnitin	99
Anexo 5. Acta de originalidad del turnitin	100
Anexo 6. Formulario de autorización para la publicación de la tesis electrónica	101
Anexo 7. Autorización V° B° de empastado	102

Indice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Descripción de los pavimentos	25
Tabla 2. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles	32
Tabla 3. Operacionalización de la variable 1	50
Tabla 4. Operacionalización de la variable 2	51
Tabla 5. Muestra probabilística	53
Tabla 6. Índice de Condición del Pavimento	56
Tabla 7. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U1	74
Tabla 8. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U2	76

Indice de figuras

	Pág.
Figura 1. Sección de pavimento flexible	20
Figura 2. Sección de pavimento rígido	21
Figura 3. Sección de pavimento articulado	21
Figura 4. Clasificación de pavimentos: flexibles, rígidos y articulados.	22
Figura 5. Curva de comportamiento del pavimento.	27
Figura 6. Fisura de borde, un tipo de falla muy común en zonas cerca de parques y bermas centrales	29
Figura 7. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles	32
Figura 8. Piel de Cocodrilo, falla tipo piel de cocodrilo: las fisuras se conectan unas con otras formando polígonos irregulares.	34
Figura 9. Exudación. La exudación se evidencia a través de una película de asfalto que se extienden sobre la superficie de la pista	34
Figura 10. Fisuras en bloque	35
Figura 11. Abultamientos y hundimientos, se señala el desplazamiento hacia arriba de la superficie del pavimento	36
Figura 12. Corrugación	37
Figura 13. Depresión	38
Figura 14. Fisuras de borde. Se aprecia que la grieta de borde que ha dañado severamente el borde de la vía.	38
Figura 15. Fisuras longitudinales y transversales	39
Figura 16. Parche	40
Figura 17. Parche de cortes utilitarios	40
Figura 18. Baches	41
Figura 19. Ahuellamiento	42
Figura 20. Desplazamiento.	43

Figura 21. Hinchamiento	44
Figura 22. Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento flexible	60
Figura 23. Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento flexible	62

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo explicar el método PCI (por sus siglas en inglés, Pavement Condition Index) para determinar el Índice de Condición de Pavimento en algunas vías de la ciudad de Barranca, así poder identificar y evaluar el tipo de fallas y/o patologías existentes y cuantificar el estado de las vías.

La tesis nos define los concepto de pavimento, su clasificación y se explica las metodologías para el uso del método Índice de Condición de Pavimento (PCI). Así también trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles.

Se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc.

Preservar las vías existente en la Ciudad de Barranca, es de suma importancia y más que eso, es responsabilidad de los ingenieros brindar métodos que permitan cumplir con esta misión; es de esta manera que la presente tesis, pretende mostrar un método de cuantificación de los deterioros superficiales existente en algunas calles de la Ciudad de Barranca; pudiendo ser aplicado a la mayoría de calles de la ciudad, lo que permitirá que se pueda implementar y planificar políticas de mantenimiento adecuadas.

Edgar Daniel Rodríguez Velásquez Piura, (2009), en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla", nos indica que conocer el estado de deterioro que tiene una vía es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que, mediante este se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existe un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de índice de condición actual se conseguirá una proyección exacta; es así, que luego de investigar varias metodologías para la cuantificación del estado actual de un pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Standart

Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en inglés PCI (Present Condition Index).

Luis Ricardo Vásquez Varela, (2002), en su manual "INGEPAV-Ingeniería de Pavimentos". El Índice de Condición del Pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles a través del Índice de Condición del Pavimento PCI.

Esta metodología tiene como objetivo primordial establecer la condición del pavimento a través de inspecciones visuales en las superficies con asfaltos y

Concreto simple o reforzado. Se basa en los resultados de la inspección visual de los pavimentos, en la cual se identifican tipos de deterioro, severidad y cantidad, permitiendo con esto identificar las posibles causas del deterioro.

Abstract

The objective of this thesis is to explain the PCI method (for its acronym in Church, Pavement Condition Index) to determine the Pavement Condition Index in some roads in the city of Barranca, in order to identify and evaluate the type of faults and / or existing pathologies and quantify the state of the roads.

The thesis defines the concept of pavement, its classification and explains the methodologies for the use of the Pavement Condition Index (PCI) method. This also deals with the most common faults that affect flexible urban pavements.

The procedure of the method is explained: the sampling of units, the calculation of the PCI, the inspection criteria, etc.

Preserving the existing roads in the City of Barranca is of the utmost importance and more than that, it is the responsibility of the engineers to provide methods that allow us to fulfill this mission; it is in this way that the present thesis, tries to show a method of quantification of the superficial deteriorations existing in some streets of the City of Barranca; It can be applied to most streets in the city, which will allow it to implement and plan appropriate maintenance policies.

Edgar Daniel Rodríguez Velásquez Piura, (2009), in his thesis to choose the degree of Civil Engineer, "Calculation of the condition index of the flexible pavement in the av. Luis Montero, distrito de Castilla ", Knowing the state of deterioration that a road has is a vital component in the maintenance system of pavements, so that, through this, a future projection of the state of the pavement can be achieved. There are a number of methods that allow a future projection of the state of a pavement, some more precise than others, but all these agree that if you have a precise quantification of current condition index will get an accurate projection; Thus, after investigating several methodologies for the quantification of the current state of a pavement, it has been decided to apply the one that is standardized by means of ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", or better known by its initials in English PCI (Present Condition Index).

Luis Ricardo Vázquez Varela, (2002), in his manual "INGEPAV-Engineering of Pavements". The Pavement Condition Index (PCI) was developed between 1974 and 1976 by the United States Air Force Engineering Corps and executed by Engineers Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter and Starr D Kohn, with the aim of obtaining a management system for the maintenance of rigid and flexible pavements through the PCI Pavement Condition Index.

The main objective of this methodology is to establish the condition of the pavement through visual inspections on surfaces with asphalts and

simple concrete or reinforced. It is based on the results of the visual inspection of the pavements, in which types of deterioration, severity and quantity are identified, allowing to identify the possible causes of deterioration.

I. Introducción

Hoy en día existen un sin número de medios de transporte los cuales son: transporte terrestre, aéreo y marino; de estos el transporte marino no utiliza los pavimentos para su desplazamiento. Debido a la importancia y al uso diario, que tienen los sistemas de transporte terrestre y aéreo se hace necesario tener un sistema que permita cuantificar los daños, que se producen a través del tiempo o por el incremento de las cargas aplicadas a estos pavimentos.

Pero el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado ni se toma en cuenta el plan de vida de la vía, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave.

Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reparar un pavimento es mucho más elevado que el costo por mantenimiento.

La implementación de métodos que permitan generar un sistema de mantenimiento y reparación de pavimentos permitirá alargar la vida útil de estos; es de suma importancia, pues este hará que el usuario tenga comodidad y seguridad al conducir.

Para identificar qué técnicas de mantenimiento y reparación son las adecuadas para mejorar la serviciabilidad del pavimento; se debe en primer lugar, evaluar la vía y conocer el estado real en que se encuentra. Para ello, existen varios métodos de evaluación superficial de pavimentos, uno de ellos es el Método PCI (Pavement Condition Index), que va a ser analizado y aplicado en la presente tesis. El Método PCI consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

Antes de iniciar con el presente estudio es de vital importancia que se tenga bien en claro algunos de los siguientes conceptos que se describirán en los siguientes literales.

Pavimento

Concepto de Pavimento

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él.

Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

Clasificación de Pavimentos

Por esta razón, pueden identificarse 4 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por su diseño estructural el cual se presentan:

Pavimento flexible

Pavimento rígido

Pavimento articulado

Pavimento flexible: es el pavimento que tienen en su parte superior una carpeta bituminosa, apoyada sobre dos capas granulares, denominadas base y subbase. En la siguiente figura se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible

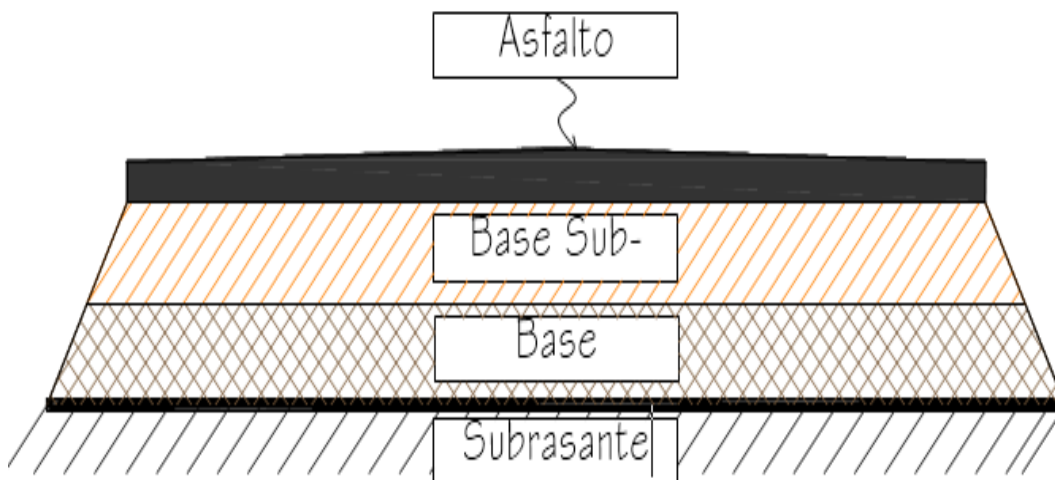


Figura 1. Sección de pavimento flexible

Pavimentos Rígidos: son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la subrasante. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

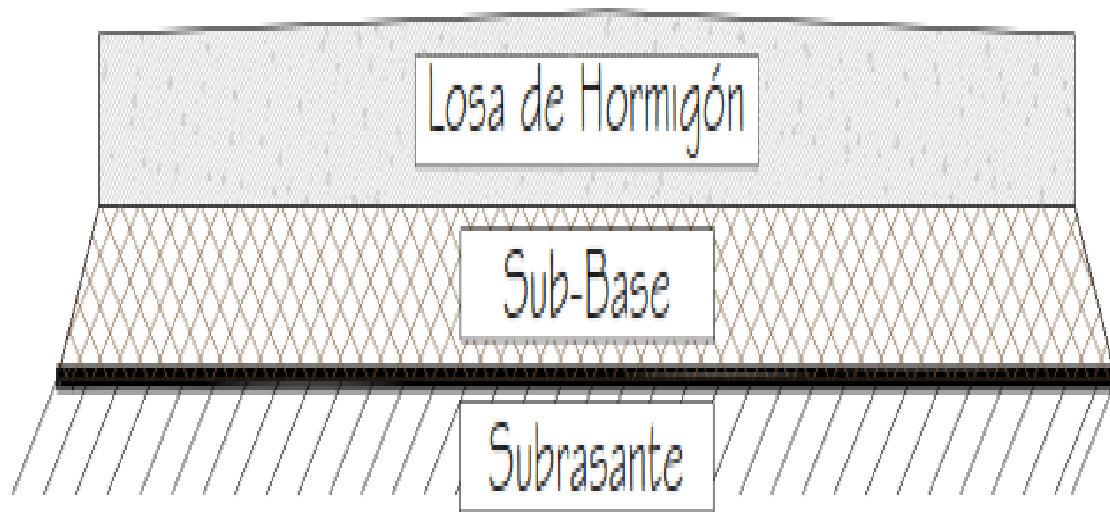


Figura 2. Sección de pavimento rígido

Pavimentos Articulado: son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

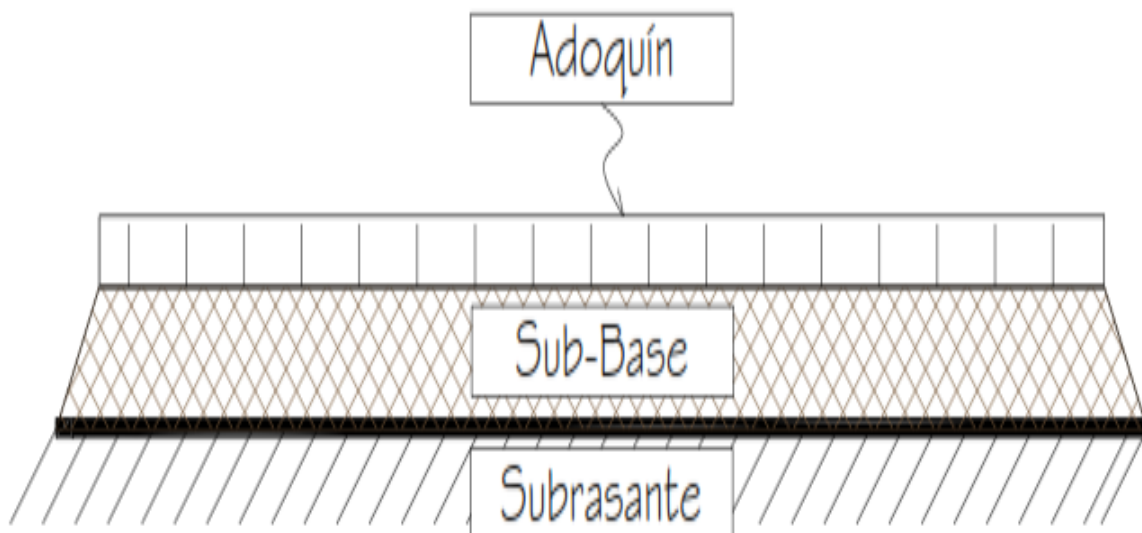


Figura 3. Sección de pavimento articulado



PAVIMENTO FLEXIBLE



PAVIMENTO RÍGIDO



PAVIMENTO ARTICULADO

Figura 4. Clasificación de los pavimentos: flexibles, rígidos y articulados.

El Pavimento flexible en la ciudad de Barranca

La presente tesis está referido en la identificación y evaluación de las fallas superficiales de los pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca, por lo que se definirá cada capa que esta lo constituyen y su comportamiento frente a las cargas externas.

Como se vio en el punto a.2. Clasificación de pavimentos, los pavimentos flexibles están constituidos por las siguientes capas: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante.

Según Ms. Silene Minaya Gonzales y Ms. e Ing. Abel Ordoñez Huamán (2006), "DISEÑO MODERNO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS", se define en detalle a cada capa mencionada.

Carpeta Asfáltica

La carpeta asfáltica es la capa que se coloca en la parte superior del paquete estructural, sobre la base, y es la que le proporciona la superficie de rodamiento a la vía. Cumple la función de impermeabilizar la superficie evitando el ingreso de agua que podría saturar las capas inferiores. También evita la desintegración de las capas subyacentes y contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos (cuando se construye con espesores mayores a 2.5 cm.).

La carpeta es elaborada con material pétreo seleccionado y un aglomerante que es el asfalto. Es de gran importancia conocer el contenido óptimo de asfalto a emplear, para garantizar que la carpeta resista las cargas a la que será sometida. Un exceso de asfalto en la mezcla puede provocar pérdida de estabilidad, e incluso hacer resbalosa la superficie. Esta capa es la más expuesta al intemperismo y a los efectos abrasivos de los vehículos, por lo que necesita de mantenimientos periódicos para garantizar su adecuada performance.

Base

Es la capa de pavimento ubicada debajo de la superficie de rodadura y tiene como función primordial soportar, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, que se

encuentra en la parte inferior. La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada. Éstas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie y transmitirla hacia los niveles inferiores del paquete estructural.

Subbase

La subbase se localiza en la parte inferior de la base, por encima de la subrasante. Es la capa de la estructura de pavimento destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la carpeta asfáltica.

Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la subbase controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento.

Subrasante

La subrasante es la capa de terreno que soporta el paquete estructural y que se extiende hasta una profundidad en la cual no influyen las cargas de tránsito. Esta capa puede estar formada en corte o relleno, dependiendo de las características del suelo encontrado. Una vez compactada, debe tener las propiedades, secciones transversales y pendientes especificadas de la vía.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de estabilidad, incompresibilidad y resistencia a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

El comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas, varía de acuerdo a las capas que lo constituyen. La principal diferencia entre el

comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos es la forma cómo se reparten las cargas.

Serviciabilidad de los pavimentos

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la siguiente tabla se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO (American Association of State Highway and Transportation Official):

Tabla 1.
Descripción de los pavimentos

CALIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 – 4.0	Muy buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 – 3.0	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores.
3.0 – 2.0	Regular	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 – 1.0	Mala	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 – 0.0	Muy mala	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Evaluación de Pavimentos

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al conducir, esto significa que el camino debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

Importancia de Evaluación de Pavimentos

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

Objetividad en la Evaluación de Pavimentos

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de

decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales.

Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizaran.

Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la fiabilidad de la eventual rehabilitación.

Curva de Comportamiento de los Pavimentos

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento.

Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo. Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitará una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento.

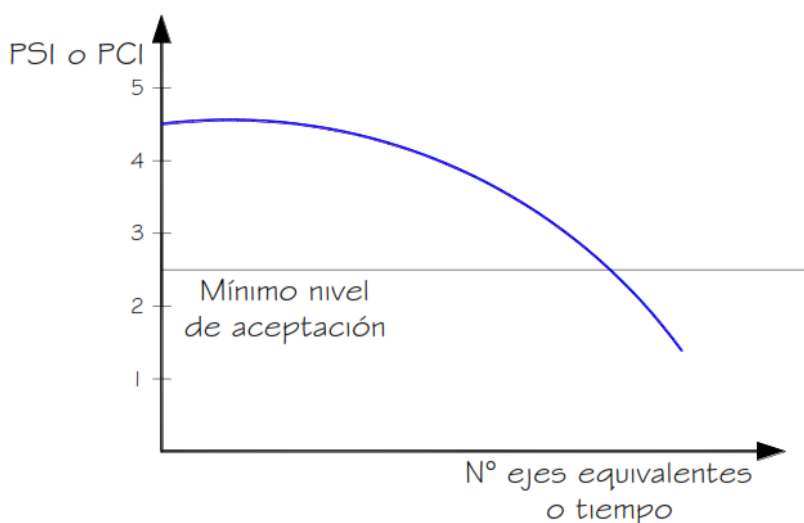


Figura 5. Curva de comportamiento del pavimento.

En la figura 5, se representa el comportamiento de un pavimento en función del tiempo o del número de ejes equivalentes al cual está expuesto; mediante esta representación se podrá adoptar medidas adecuadas, las cuales permitan aumentar la vida útil de un pavimento.

Análisis de la problemática en Barranca

El mal estado en que se encuentran las vías en la ciudad de Barranca, es un serio problema que afecta a todo el distrito el cual es capital de provincia. La mayor parte de las calles de Barranca no tienen pavimento y las que lo tuvieron, lo han perdido. Las vías vehiculares están en pésimas condiciones y los vehículos se deterioran con más frecuencia debido a la gran cantidad de fallas existentes.

Una de las razones por las que el pavimento se deteriora, es por la falta de una acertada programación en el mantenimiento como los periódicos y/o permanentes, además que muy a menudo se ve que los desagües colapsan y para arreglar las tuberías, no queda otra opción que romper el pavimento. Algunas veces las calles se reparan, pero quedando con menor calidad que el pavimento inicial y propenso a fallar nuevamente, otras veces, ni siquiera se repone el pavimento.

Al no tener un plan de mantenimiento, la condición de las pistas se agrava. Esto origina que los mismos ciudadanos, cansados de esperar alguna solución de parte de la autoridad competente, realicen la "reparación" de sus calles rellenando las fallas (baches, por ejemplo) con cualquier material que encuentran a la mano, con tal de permitir la circulación normal de los vehículos.

También, un mal estado del pavimento, puede ser el principal causante de accidentes de tránsito. Por ejemplo, las pistas de doble sentido se reducen sólo a uno, pues los vehículos circulan por el carril que se encuentra libre de fallas. Esto ocasiona desorden y tarde o temprano, algún tipo de accidente.

Los intentos por mejorar la condición de los pavimentos han sido insuficientes a pesar que se han realizado algunos trabajos de reparación de baches, de colocación de bloques de concreto, tierra de cultivo, entre otras. No basta con intervenir cuando la pista se vuelve intransitable, sino que se tiene que

evaluar el comportamiento de las pistas, para saber el momento oportuno en darle mantenimiento, y no tener que llegar a una reparación que necesariamente acarrea un costo mayor.



Figura 6. Fisura de borde, un tipo de falla muy común en zonas cerca de parques y bermas centrales

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes Nacionales

Municipalidad de Chiclayo. (Abril del 2010). Obras Viales. Revista Municipal, I, 12.Región de Lima. Gerencia de Infraestructura (Julio del 2014).Revista Regional ASI, II.

Municipalidad Provincial de Cañete (Marzo del 2015). Página web: <http://www.municanete.gob.pe/index3.php?i=l&n=4&w=1>, los trabajos se han realizado de acuerdo a los Términos de Referencia del estudio y forman parte del capítulo de Inspección y Evaluación de la Zona del Proyecto.

Municipalidad de San Isidro - Lima. Av. Juan de Arona, Av. Pardo y Aliaga y Calle la Habana (Abril, 2017). Página web: <http://msi.gob.pe/portal/obras-municipales/mantenimiento-de-vias-bermas-y-sardineles/#>.

Municipalidad Provincial de Tacna - calle Dos de Mayo, calle Gral. Vizquerra, Av. Augusto B. Leguía, calle Gral. Varela, calle Zela, calle Amazonas, Av. Bolognesi, calle Chiclayo y calle Vicente Dagnino (Septiembre, 2017). Página web: <https://diariocorreo.pe/edicion/tacna/intervendran-calles-de-la-ciudad-con-cerca-de-14-millones-de-soles-771720/>.

Gobierno Regional de Piura - avenidas Don Bosco (Circunvalación), Grau, Sánchez Cerro, Cáceres y Vice (Octubre, 2016). Página web: <https://diariocorreo.pe/edicion/piura/piura-sistema-vial-de-la-ciudad-de-piura-es-un-desastre-625727/>.

1.1.2. Antecedentes Locales

La evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez Barrenechea del distrito de Lince aplicando el método del PCI (Barranca- (2017).

En la ciudad de Barranca se observa que la gran mayoría de las calles están pavimentadas, por lo que se debe identificar el tipo de fallas que presentan y evaluar el estado en que se encuentra dicho pavimento,

para reducirlas, es decir debemos conservar los pavimentos en este caso los pavimentos flexibles, ya que esta conservación viene siendo la mejor inversión posible, debido a que un adecuado mantenimiento garantiza la inversión inicial de la construcción y también alarga la vida de las estructuras de los pavimentos y los vehículos que lo usan.

Las calles de la ciudad de Barranca, para nuestro estudio presentan fallas recurrentes y comunes como la falla de agrietamiento o piel de cocodrilo y estas fallas se van prolongando más, también se observa que las autoridades no tienen una política orientada al mantenimiento, ya que no se observa eso en las calles.

En el cercado de la ciudad de Barranca, Provincia de Barranca, existen calles que se construyeron recientemente, y otra más antigua, información que fue proporcionada por los moradores de esa calle, estas calles desde su culminación no se ha dado hasta la fecha ningún mantenimiento a la vía, por lo que esta se viene deteriorando paulatinamente.

Por lo que determinar el estado actual del pavimento flexible del cercado de la ciudad de Barranca, ha despertado mi interés en desarrollar la presente tesis.

1.2. Fundamentación técnica

Como se indica, en la presente tesis investigación se utilizará el método normado por la ASTM (American Society for Testing and Materials) Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index), que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, vías y lotes de parqueos. Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra al tipo de pavimentos más usados en la ciudad de Barranca que son los pavimentos asfálticos

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetiva y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en nuestra ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de los pavimentos en la ciudad de Barranca.

1.2.1. Fallas en pavimentos flexibles

(Edgar Daniel Rodríguez Velásquez Piura, (2009), en su tesis para optar el grado de Ingeniero Civil, “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla”)

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía.

Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser agrupados en 4 categorías:

Fisuras y grietas;

Deformaciones superficiales;

Desintegración de pavimentos o desprendimientos;

Afloramientos y otras fallas. Ver figura 6.

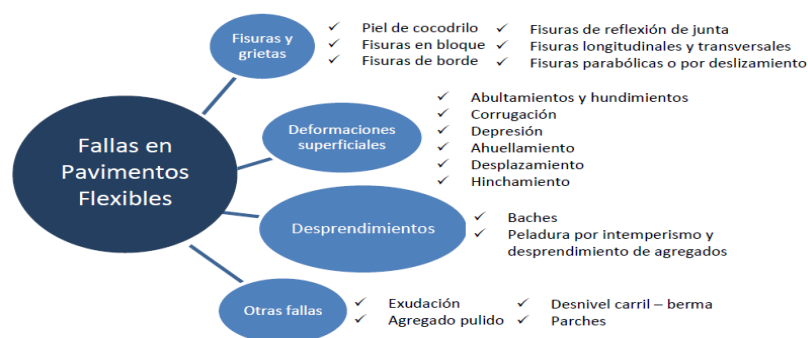


Figura 7. Resumen de fallas en Pavimentos flexibles

1.2.2.- Fundamentación técnica

Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

Tabla 2.

Resumen de fallas en Pavimentos flexibles

Rangos de calificación del PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 -55	Bueno
55 -40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras – 2012

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad de falla que se presenta cada daño.

A continuación se explican 13 de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles, y que están también consideradas dentro del método PCI:

1.2.3. Piel de cocodrilo

La piel de cocodrilo es un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares, de hasta 0.5 m de longitud en el lado más largo. El patrón es parecido a la piel de un cocodrilo, de ahí el nombre de esta falla.

También llamada agrietamiento por fatiga, la piel de cocodrilo se produce en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico, tales como las huellas de las llantas de los vehículos.

El agrietamiento se origina en el fondo del paquete asfáltico, en la base, donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados. De ahí, las grietas se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales paralelas, que luego se conectan formando varias piezas.

Otra causa que contribuye a que se produzca este tipo de falla, es el envejecimiento del ligante asfáltico, que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento.

La piel de cocodrilo indica la pérdida de la capacidad estructural del pavimento, pues disminuye su capacidad de resistencia frente a sollicitaciones externas. Es por ello que sin el mantenimiento adecuado, el comportamiento del pavimento podría empeorar y podría pasar de una fisura a un desprendimiento (como por ejemplo, un bache), dañando significativamente la superficie de la vía. Ver imagen N° 2



Figura 8. Piel de Cocodrilo, falla tipo piel de cocodrilo: las fisuras se conectan unas con otras formando polígonos irregulares.

1.2.4. Exudación

La exudación es una película de material bituminoso que se extiende sobre una determinada área del pavimento, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que generalmente llega a ser pegajosa (durante tiempo cálido).

Esta falla puede ser causada por diversos factores, como: el exceso de ligante asfáltico en la dosificación (mezcla), el uso de un ligante asfáltico muy blando, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, un deficiente porcentaje de vacíos, etc.

La exudación ocurre durante tiempo cálido, cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla y luego se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie. Ver Imagen N° 3.



Figura 9. Exudación. La exudación se evidencia a través de una película de asfalto que se extienden sobre la superficie de la pista

1.2.5. Fisuras en bloque

Las fisuras en bloque son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Este tipo de falla puede ocurrir sobre porciones largas del área del pavimento o sobre aquellas áreas donde no hay tráfico; es por ello que las fisuras en bloque no están asociadas a sollicitaciones externas de carga vehicular.

Las grietas en bloque son causadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y por la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. Ver Imagen N° 4



Figura 10. Fisuras en bloque

En la figura se aprecian grietas interconectadas que forman bloques rectangulares de dimensiones variables

1.2.6. Abultamientos y hundimientos

Los abultamientos y hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera.

No son causados por inestabilidad del pavimento, sino que pueden ser producto de varios factores, tales como:

Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.

Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo, es decir, suelo congelado).

Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.

Expansión del suelo de fundación.

Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento.

Si los abultamientos aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y se encuentran separados unos de otros a menos de 3.00 m, la falla es denominada corrugación. En cambio, si aparecen sobre grandes áreas de la superficie del pavimento, causando grandes y largas depresiones, la falla se llama hinchamiento. Ver Imagen N° 5



Figura 11. Abultamientos y hundimientos, se señala el desplazamiento hacia arriba de la superficie del pavimento

1.2.7. Corrugación

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3.00 m.) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito.

Este tipo de falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento. Imagen N° 6

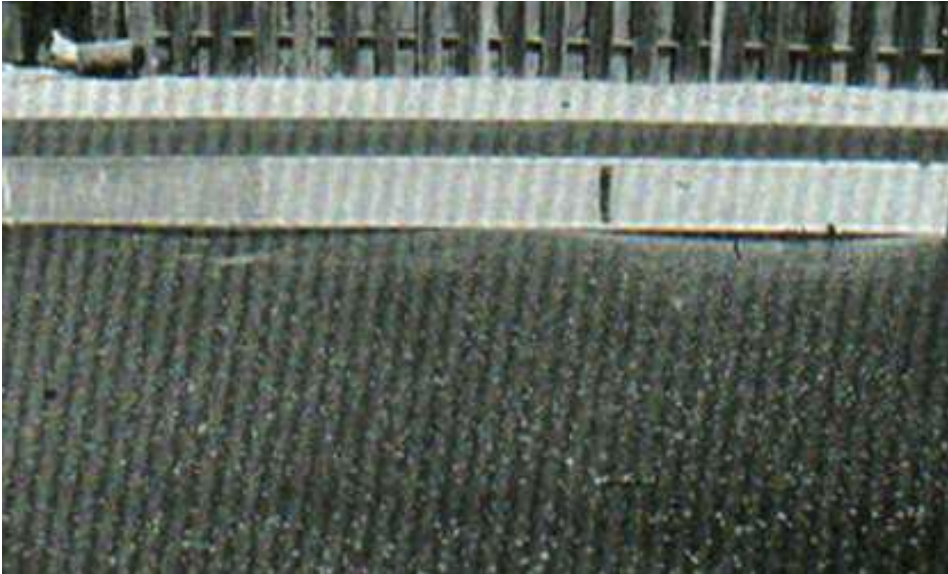


Figura 12. Corrugación

Se indican las cimas y depresiones que deforman al pavimento 16

1.2.8. Depresión

Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor.

Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas después de la caída de lluvia, o, a través de las manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas.

Son producidas por asentamientos de la subrasante o debido a procedimientos

Constructivos defectuosos

Pueden causar alguna rugosidad en la superficie de la pista, y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua, pueden causar hidropneumático (los neumáticos de un vehículo pierden contacto con el pavimento a causa de una película de agua, eliminando así la adherencia de las ruedas con la superficie de rodadura). Imagen N° 7



Figura 13. Depresión

El nivel del pavimento indicado, es menor al nivel del resto de la pista. Se aprecia un asentamiento considerable en la vía.

1.2.9. Fisuras de borde

Las fisuras de borde son grietas paralelas al borde externo del pavimento, que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50 m de éste. Ver figura 2.8.

Ese tipo de falla se incrementa por la carga de tránsito y se origina debido al debilitamiento de la base o de la subrasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde, que provoca peladuras que conducen a la desintegración.

Si el área entre la fisura y el borde del pavimento se encuentra agrietada, entonces pueden producirse desprendimientos, llegando al punto en que los fragmentos pueden removerse.



Figura 14. Fisuras de borde. Se aprecia que la grieta de borde que ha dañado severamente el borde de la vía.

Fisuras longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinales son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las grietas transversales, en cambio, son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Ver Imagen N° 9

Estos daños no están asociados con la carga vehicular, pueden ser causados por:

Juntas de construcción pobremente construidas, o ausencia de ellas.

Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, al endurecimiento del asfalto o a la variación diaria de temperatura.

Fisuras de reflexión causadas por agrietamientos bajo la capa superficial, incluyendo grietas en losas de concreto, pero no juntas de pavimento rígido.

Uso de ligantes (asfaltos) muy duros o envejecidos.

Gradiente térmico superior a los 30° C que produce ciclos de expansión - contracción de la mezcla asfáltica.



Figura 15. Fisuras longitudinales y transversales

Parches y parches de cortes utilitarios

Un parche es un área del pavimento, que por encontrarse en mal estado, ha sido reemplazada con material nuevo con el fin de reparar el pavimento existente. Los parches de cortes utilitarios hacen referencia a aquellos parches colocados cuando se efectúan cortes para la reparación de tuberías de agua o desagüe, instalación del cableado eléctrico, teléfonos, entre otros trabajos similares.

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, pues el comportamiento del área parchada es inferior a la del pavimento original, incluso el área adyacente al parche no se comporta tan bien como la sección original de pavimento. Ver Imagen N° 10 y 11



Figura 16. Parche

El área del pavimento es reemplazada por bloques de concreto



Figura 17. Parche de cortes utilitarios

Los buzones del sistema de alcantarillado, son considerados como parches de cortes utilitarios.

Baches

Los baches son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento de diámetro menor a 750 mm. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla. Ver Imagen N° 12

Los baches pueden ser ocasionados por un conjunto de factores:

Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.

Defectos constructivos.

Subdrenaje inadecuado.

Mal diseño de las capas estructurales.



Figura 18. Baches

Bache encontrado en medio de la pista.22

Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante. Ver Imagen N° 13.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otras causas son:

Mezcla asfáltica inestable.

Exceso de ligante en riegos.

Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.

Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad.



Figura 19. Ahuellamiento

Desplazamientos

Los desplazamientos son distorsiones de la superficie originados por desplazamientos de mezcla. Son corrimientos longitudinales y permanentes de un área localizada del pavimento formando una especie de “cordones” laterales. Ver Imagen N° 14.

Estas fallas son producidas por acción de la carga de tráfico, que empuja contra el

pavimento produciendo una onda corta y brusca en la superficie del mismo. Este tipo de falla normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsiones).

También ocurren desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos colindan con

pavimentos rígidos. Las losas de concreto al aumentar su longitud, empujan al pavimento flexible produciéndose el desplazamiento.

Otras causas son:

Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.

Falta de confinamiento lateral.

Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.



Figura 20. Desplazamiento.

El corrimiento es originado por el aumento de longitud de las losas de concreto

Hinchamiento

El hinchamiento es el abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, en forma de una onda larga y gradual de longitud mayor a 3.00 m, que distorsiona el perfil de la carretera. Ver Imagen N° 15.

La causa principal de este tipo de falla es la expansión del suelo de fundación (suelos expansivos) y el congelamiento del material de la subrasante.

El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial.



Figura 21. Hinchamiento

La superficie del pavimento sufre un levantamiento, deformando el perfil de la vía

1.3. Justificación

La presente investigación se justifica en la necesidad de conocer el Índice de Daño de Pavimento que tiene el cercado de la ciudad de Barranca, según el tipo de patologías identificada, asimismo indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

Nos permite determinar el tipo de patologías del Pavimento que existen en las calles en el cercado de la ciudad de Barranca.

A través del grado de afectación, que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción.

El estudio del estado situacional de algunas vías de la ciudad de Barranca por el método PCI indicara las acciones a tomar con respecto a los resultados obtenidos de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento su severidad y cantidad. Asimismo se determinará si la vía brinda condiciones adecuadas para el usuario y servirá como fuente de información para la elaboración de la investigación titulada.

Aldazabal Barbaran (2012) presentó una tesis comparando diferentes métodos de inspección visual (PCI, el Manual del MTC; Manual Long Term Pavement (LTTP) y el Manual Colombiano). Ella analizó la Av. Jose Pardo en el distrito de Chimbote, esta avenida es del mismo tipo de vía a las analizadas en esta tesis. Ella concluye que: "El Manual del PCI, nos permite en forma más práctica y eficiente poder evaluar y determinar el grado de severidad de los diferentes tipos de fallas para implementar las acciones a ejecutar en una determinada superficie de rodadura con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y así poder plasmar esa información en los planos de la vía, previo a la Inversión final y así garantizar la vida útil de la estructura del pavimento asfáltico y optimización de los recursos."

1.4. Problema

En el cercado de la ciudad de Barranca, los defectos que presentan los pavimentos flexibles disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de la estructura mencionada, frecuentemente corresponden a defectos constructivos y difícilmente pueden clasificarse como fallas. Sin embargo, atendiendo al hecho que habrán de ser corregidos mediante labores de mantenimiento o conservación, como es el caso de bordes laterales mal acabadas se han incluido como fallas. Adicionalmente puede discutirse que tales defectos pueden sufrir un desgaste gradual con el paso de los vehículos y convertirse así en verdaderas falla del pavimento.

Una de las razones por las que el pavimento se deteriora, es también por deficiencias en el sistema de alcantarillado. Muy a menudo se ve que los desagües revientan y para arreglar las tuberías, no queda otra opción que romper el pavimento. Algunas veces las calles se reparan, pero quedando con menor calidad que el pavimento inicial y propensas a fallar nuevamente. Otras veces, ni siquiera se repone el pavimento. Al no tener un plan de mantenimiento, la condición de las vías se agrava. Esto origina que los mismos ciudadanos, cansados de esperar alguna solución, realicen la “reparación” de sus calles rellenando las fallas (baches o fisuras, por ejemplo) con cualquier material que encuentran a la mano, con tal de permitir la circulación normal de los vehículos.

También, un mal estado del pavimento, puede ser el principal causante de accidentes de tránsito. Por ejemplo, las vías de doble sentido se reducen sólo a uno, pues los vehículos circulan por el carril que se encuentra libre de fallas. Esto ocasiona desorden y tarde o temprano, algún tipo de accidente. No basta con intervenir cuando la vía se vuelve intransitable, sino que se tiene que evaluar el comportamiento de estas, para saber el momento oportuno en darle mantenimiento, y no tener que llegar a una reparación que necesariamente acarrea un costo mayor.

1.4.1. Formulación de Problema

¿En qué medida la determinación y evaluación del nivel de las fallas y/o patologías del pavimento flexible, existentes en las diferentes vías de la ciudad de Barranca provincia de Barranca, Región Lima, nos permitirá obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie?

¿Cuál es el estado actual del Pavimento Flexible en las vías del cercado de la ciudad de Barranca y cuáles son las causas que han generado la presencia de fallas en el pavimento y cómo podemos mejorar el pavimento para brindar un mejor servicio a la población respecto al tránsito?

1.5. Hipótesis

La metodología de la presente tesis es no experimental de tipo descriptiva, donde se analizará el tipo de daños, la severidad y cantidad o densidad del pavimento flexible en algunas vías de la ciudad de Barranca, por lo tanto no le corresponde una hipótesis de una cosa posible, de la que saca una consecuencia, por lo tanto la hipótesis es una suposición o afirmación que debe comprobarse empíricamente.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Identificar y evaluar el estado situacional y su consecuente falla superficial y/o deterioro mediante el método del Índice de Condiciones de Pavimento Flexible (PCI) para algunas vías de la ciudad de Barranca.

1.6.2. Objetivos Específicos

Evaluación para determinar el tipo de fallas o patologías que tienen las vías del pavimento flexible en algunas las vías del cercado de la ciudad de Barranca.

Hallar el Índice de daño del Pavimento Flexible de las vías del cercado de la ciudad de Barranca.

Plantear soluciones apropiadas para mejorar el nivel de servicio y transitabilidad en algunas vías del cercado de la Ciudad de Barranca para poder optimizar el tránsito vehicular.

II. Método

La presente tesis es de carácter no experimental de tipo descriptiva, aplicando la metodología del ASTM D6433-07- Standard Practice for Roads and Parking, Lots Pavement Condition Index Surveys (Práctica estándar para carreteras y estacionamientos, estudios de Índice de condición de Pavimentos)

El tipo de estudio de investigación según su finalidad es la aplicada ya que su propósito es describir en forma detallada como va desarrollándose el problema materia de investigación. Su profundidad ya mencionada es descriptiva aplicada de enfoque cuantitativo “Las investigaciones de tipo aplicadas buscan afianzar y profundizar conocimientos científicos existentes acerca de la realidad”.

2.1. Variables

Según Hernández et al. (2010) indica que una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. En el estudio de la presente investigación se utilizaron las variables:

Variable 1

Identificación y evaluación de las Fallas Superficiales en los Pavimentos Flexibles.

Variable 2

Método del PCI - Índice de Condición del Pavimento de algunas vías de la ciudad de Barranca.

2.2. Operacionalización de las variables

Tabla 3.

Operacionalización de la variable 1

Variable 1 Estado Situacional del Pavimento Flexible de las vías en la ciudad Barranca.			
Dimensiones	Indicadores	ítems	Niveles o rangos
<ul style="list-style-type: none"> Periodo de diseño para el servicio de los Pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de conservación. 	01, 02, 03, 04	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Identificación de las fallas superficiales de los pavimentos flexibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Fichas de identidad de las fallas superficiales. 	05, 06, 07, 08	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para las mejoras en las etapas de servicio de los pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Medios constructivos para cada falla, en los pavimentos flexibles. 	09, 10, 11, 12	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]

Tabla 4.

Operacionalización de la variable 2

Variable 1 Estado Situacional del Pavimento Flexible de las vías en la ciudad Barranca.

Dimensiones	Indicadores	ítems	Niveles o rangos
<ul style="list-style-type: none"> Periodo de diseño para el servicio de los Pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de conservación. 	01, 02, 03, 04	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Identificación de las fallas superficiales de los pavimentos flexibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Fichas de identidad de las fallas superficiales. 	05, 06, 07, 08	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para las mejoras en las etapas de servicio de los pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Medios constructivos para cada falla, en los pavimentos flexibles. 	09, 10, 11, 12	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]

2.3. Metodología

2.3.1. Tipo de investigación

Investigación Aplicada, por su aplicación directa a los problemas de la sociedad y en el sector productivo.

2.3.2. Diseño

No experimentales se aplican en ambos enfoques (cualitativo y cuantitativo) y a la vez Transversal.

2.3.3. Método

El método de investigación es observacional, análisis, estadístico y descriptivo.

2.3.4. Alcance

Identificar las fallas superficiales de los pavimentos flexibles mediante el método del Índice de Condiciones de Pavimento Asfáltico (PCI) para algunas vías urbanas de Barranca, y plantear los respectivos métodos de solución a través del grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, el cual permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación, reconstrucción y mantenimiento.

2.3.5. Población

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica de la ciudad de Barranca involucrando las vías principales y una población de muestra de 60 personas.

2.3.6. Muestra

La muestra es Probabilística en el estudio a realizarse en el personal Profesional y Técnico, los cuales serán constituidos de la siguiente forma:

Tabla 5.
Muestra probabilística

Muestra probabilística	
Profesión	Unid.
Ingenieros	5
Licenciados	10
Técnicos	15
Operadores	30
Total	60

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para (Pineda et, al, 1994, p. 13) “Técnica es un conjunto de reglas procedimientos que le permiten al investigador establecer, la relación con el sujeto u objeto de la investigación”. El presente estudio de investigación se basara en la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluye los siguientes instrumentos:

Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.

Regla métrica rígida.

Escuadra métrica.

Wincha métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

Hoja de registro de las vías de pavimento flexible.

Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

Regla de aluminio.

2.5. Métodos de análisis de datos

Para Whats (2001) “Análisis de Datos (Data Analysis, o DA) es la ciencia que examina datos en bruto con el propósito de sacar conclusiones sobre la información”.

Esta actividad consiste en evaluar los resultados que arroja el método PCI

y así poder realizar la respectiva toma de decisiones y realizar un coherente trabajo de mantenimiento y conservación de los pavimentos en las vías mencionadas.

III. Evaluación de la condición de un pavimento

Como ya se ha indicado anteriormente, en la presente investigación se utilizará el método normado por la ASTM, que ha sido desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos (Shahin, 1976 – 1994); utilizado para la evaluación de aeropuertos, caminos y lotes de parqueaderos. Esta es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados en la ciudad de Loja que son los pavimentos asfálticos y los pavimentos de concreto.

En vista a que esta metodología es considerada como una de las más objetivas y más aplicables para el presente estudio, se pretende implementar en nuestra ciudad de modo que esta pueda generar un modelo adecuado para la mantención y rehabilitación de los pavimentos en la ciudad de Barranca.

3.1. Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index)

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el Valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este.

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición. En el siguiente cuadro se representa los rangos del PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición de un pavimento.

Tabla 6.

Índice de Condición del Pavimento

100	EXCELENTE
85	MUY BUENO
70	BUENO
55	REGULAR
40	MALO
25	MUY MALO
10	FALLADO
0	

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño.

3.2. Procedimiento de Evaluación de la Condición de un Pavimento

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos y una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Apéndice C (Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos); La severidad, representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. De esta manera, se deberá valorar la calidad del viaje, ósea, la percepción que tiene el usuario al transitar en un vehículo a velocidad normal; es así que se describe una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de transito:

Bajo, (B): se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo pero no provoca incomodidad. □

Medio, (M): las vibraciones del vehículo son significativas requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo creando incomodidad.

Alto, (A): las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo

La calidad del tránsito se determina recorriendo la sección de un pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad especificada por el límite legal. Las secciones del pavimento cercanas a las señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal.

El último factor que se debe considerar para calificar un pavimento es la extensión, que se refiere al área o longitud que se encuentra afectada por cada tipo de deterioro, en el caso de la evaluación de pavimentos de hormigón, la calificación de la extensión estará representada por el número de veces que se repita dicha falla en una losa o varias losas.

De acuerdo al tipo de pavimento al cual se esté realizando la evaluación, se contará con el formato adecuado en el cual se registra en los datos de campo. Los formatos de evaluación se los puede encontrar en el manual PCI en los anexos del presente estudio de tesis.

3.3. División del Pavimento en Unidades de Muestra

Una unidad de muestra es convenientemente definida por una porción de un pavimento de sección elegida solamente para la inspección del pavimento.

De acuerdo al tipo de pavimento que cuenta la vía a evaluar se tiene:

1. Pavimentos de Asfalto: con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre 230 ± 93 m².

3.4. Determinación de las Unidades de Muestreo para la Evaluación

En la evaluación del Índice de Condición Presente (PCI) de pavimentos de acuerdo al tamaño de la muestra y con el fin de optimizar el método, se puede tener la evaluación de un proyecto y la evaluación de una red.

3.4.1. Evaluación de un Proyecto

En la cual se deberán inspeccionar todas las unidades; sin embargo,

de no ser posible el número mínimo de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación N°1, la cual se produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

Determinación del Número de Unidades a ser inspeccionadas

El primer paso en el muestreo de la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser encuestado para obtener un cálculo aproximado del PCI de la sección. Este número mínimo, es determinado por medio de la siguiente ecuación:

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

Donde:

n - Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N - Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e - Error admisible en el estimativo del PCI de la sección

($e = \pm 5\%$)

σ - Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico, este valor es basado en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

Si la obtención del nivel de confianza del 95% es crítico, se debe verificar el número de unidades de muestra inspeccionadas es adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida. Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación.

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

Donde:

PCI_i - PCI de la unidad de muestra i.

PCI_f - PCI promedio de las unidades de muestra analizadas.

n - Número total de unidades de muestra analizadas.

s - Desviación estándar.

Por ejemplo, se requiere hacer la evaluación de una vía que tiene una longitud de 2 900.00 metros, con un ancho de calzada de 6.50 metros y se adopta un ancho de muestra de 35.40 metros, como se muestra en la figura 7.

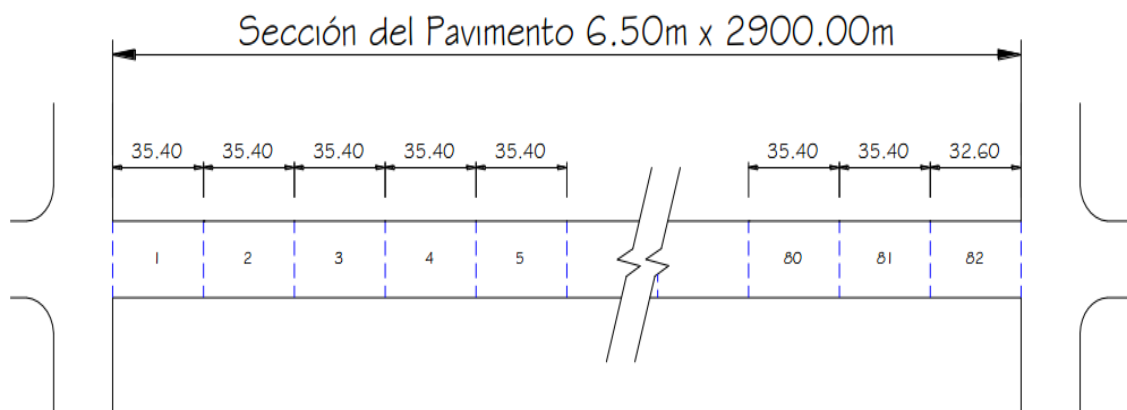


Figura 22. Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento flexible

El número mínimo de unidades de muestreo será igual a la división entra la longitud total de la muestra para el ancho de la misma, como se muestra a continuación:

$$N=2900/35.40$$

$$N=81.92 \square 82$$

Por lo tanto se obtendrá 81 muestras con una longitud de 35.40 metros y una unidad de muestra de 32.60 metros.

Ahora, para la obtención de las unidades de muestra a ser inspeccionadas, se aplica la ecuación N° 1, de la siguiente manera:

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

$$n = \frac{82.00 \times 10.00^2}{\frac{5.00^2}{4.00} \times (82.00 - 1.00) \times 10.00^2}$$

$$n = 13.53 \approx 14$$

Por lo tanto se tendrá 14 unidades de muestra que deberán ser inspeccionadas

Selección de las Unidades de Muestreo para inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar. Esta técnica se la conoce como “sistema aleatorio” descrito en los siguientes tres pasos:

El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

Ecuación N°03 Donde:

N - Número total de unidades de muestreo disponible.

n - Número mínimo de unidades para evaluar.

i - Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.70 se redondea a 3.00).

El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i . Por ejemplo, si $i = 3$, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “s”, “s + i”, “s + 2 i”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

Siguiendo con el ejemplo anterior, y aplicando la ecuación N° 3, se tiene:

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

$$i = \frac{82.00}{14}$$

$$i = 5.85 \approx 6$$

Por lo tanto el intervalo de muestreo será igual a 6. Entonces se elige una unidad de muestra al azar, en este caso se ha adoptado 2, por lo tanto las unidades de muestreo a ser evaluadas serán 2, 8, 14, 20, etc., como se muestra en la figura 8.

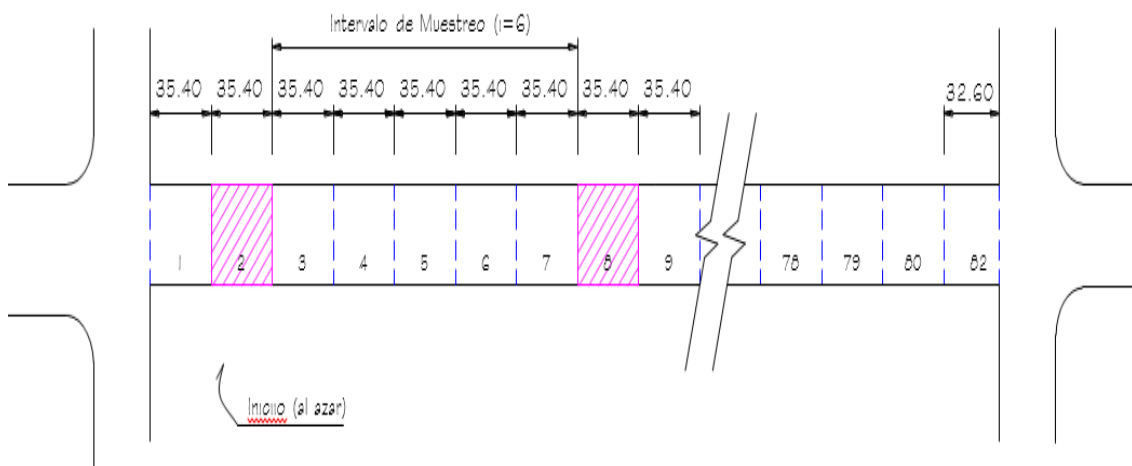


Figura 23. Ejemplo de la división en unidades de muestra para un pavimento flexible

3.5. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación se describe el cálculo del PCI para pavimentos flexible.

3.5.1. Cálculo del PCI para pavimentos con Superficie Asfáltica

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos

PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD)

Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato A.1. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo. Por ejemplo, en la figura 8 se muestra un ejemplo de cálculo; con los datos recogidos de campo que son: falla tipo piel de cocodrilo, numerada como 1, severidad baja y valores tomados de campo, 9.4, 8.8 y 1.5, que sumados dan 19.70. Ese valor se lo coloca en la columna de total.

Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” de daño, on el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.c. Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del daño”, que se encuentra en los anexos; de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

PASO 2: Determinación del número máximo admisible de Valores deducidos (m)

Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i)$$

Ecuación N°04

Donde:

m_i - Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo i . ($m_i \leq 10$).

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

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

PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV)

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

Determine el número de valores deducidos (q) mayores que 2. En el ejemplo de la figura 8, $q = 2$

Determine del “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales. Siguiendo el ejemplo, se suma los valores 35.36, 31.12 y 0.64; que da un total de 67.12.

Determine el CDV con el q y el “valor deducido total” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento. En este ejemplo es $q=2$ por lo tanto el valor leído en las tablas será 49.26.

Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas “a” hasta “c”. Este proceso se repite hasta que se cumpla la condición que “ q ” sea igual a 1.

El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado. Siguiendo el ejemplo, el máximo valor de CDV es 4.

PASO 4: Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100

$$PCI = 100 - \text{máx. } CDV$$

Donde:

PCI - Índice de condición presente.

máx. CDV- Máximo valor corregido deducido.

Siguiendo el ejemplo:


$$PCI = 100 - \text{máx. } CDV$$

$$PCI = 100 - 49.26$$

$$PCI = 62.00$$

Por lo tanto la clasificación del PCI será “Bueno”.

Formato A.1. Ejemplo de hoja de registro en una vía de pavimento flexible

		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO									
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)									
Nombre de la vía:		Av. José Gálvez Barrenechea.						Esquema:			
Evaluado por:		Maestrando									
Fecha:		día/mes/año									
Abscisa inicial=		0+035.40		Tramo:		2					
Abscisa final=		0+070.80		Área muestra=		230.1					
TIPOS DE FALLAS											
1 Piel de cocodrilo.				11 Parcheo.							
2 Exudación.				12 Pulimiento de agregados.							
3 Agrietamiento en bloque.				13 Huecos.							
4 Abultamientos y hundimientos.				14 Cruce de vía férrea.							
5 Corrugación.				15 Ahuellamiento.							
6 Depresión.				16 Desplazamiento.							
7 Grieta de borde.				17 Grieta parabólica							
8 Grieta de reflexión de junta.				18 Hinchamiento.							
9 Desnivel carril / berma.				19 Desprendimiento de agregados.							
10 Grietas longitudinal y transversal.											
FALLAS EXISTENTES											
Falla	Severidad	Cantidades Parciales						Total	Densidad %	Valor Deducido	
1	B	9.40	8.80	1.50				19.70	8.56	31.12	
3	M	1.52						1.52	0.66	0.64	
10	A	16.17	8.37					24.54	10.66	35.36	
Número de deducidos > 2 (q) : 2.00								Total VD =		67.12	
Valor deducido más alto (HDVi) : 35.36											
Número admisible de deducidos (mi) : 6.94											
CÁLCULO DEL PCI											
#	Valores Deducidos						TOTAL	q	CDV		
1	35.36	31.12	0.64				67.12	2	49.26		
2	35.36	2.00	0.64				38.01	1	38.01		
								máx. CDV=		49	
PCI = 100 - máx. CDV PCI = 62 BUENO											

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

IV. Evaluación Superficial de la Avenida José Gálvez

4.1. Datos Generales

4.1.1. Ubicación

La Avenida José Gálvez Barrenechea se encuentra ubicada en la ciudad y provincia de Barranca en el sector central de la ciudad.

Esta avenida cruza la ciudad de norte a sur desde la entrada al a la Nueva Carretera hasta la altura de la Avenida Miramar.

4.1.2. Descripción de la sección

La avenida tiene un ancho de 16.50 metros, la cual tiene dos carriles con un ancho de 7.50 metros . A lo largo del recorrido cuenta con 3 redondeles que permiten la distribución armónica del tráfico.



Fuente: Google Maps

4.1.3. Geometría

Tiene una longitud de 1,029.10 metros sobre los cuales se encuentran 10 curvas circulares con un radio promedio de 60.00 metros.

4.1.4. Estructura del Pavimento

La capa de rodadura es de asfalto con espesor de 2 pulgadas la cual se encuentra asentada sobre una capa granular con un espesor de 0.20 mt. y bajo esta una capa de espesor de 0.30 mt.

4.1.5. Medio Ambiente y drenaje

A lo largo de la avenida se puede encontrar edificaciones de media altura.

Para el drenaje superficial cuenta con sumideros centrales en la misma vía.

4.1.6. Obras adicionales

La Avenida cuenta con la respectiva señalización horizontal y vertical.

Cuenta con iluminación nocturna y su vista es privilegiada, pues a lo largo del requerido se puede observar la parte céntrica de la ciudad.

4.2. Aplicación de método PCI

Se detallará la metodología aplicada para el caso particular de la Av. José Gálvez Barrenechea, siguiendo los lineamientos definidos por el ASTM D6433-03, Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos.

4.2.1. Muestreo y unidades de muestra

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

Identificar tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos. Para ello tiene que quedar completamente definido el sistema de pavimentos a ser analizados, es decir, la red de pavimento.

Dividir cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.

El criterio de diseño también es descartado, pues la presente investigación abarca únicamente pavimentos urbanos flexibles. Otro tipo de diseño de pavimento no ha sido tema de estudio de esta tesis, por lo que no ha sido evaluado.

Para hacer la división de tramos, se toma en cuenta el estado en que se encuentra el pavimento. Se hace un recorrido por cada tramo, observando la condición de la

vía e identificando los cambios de estado de la pista. Así, se identificaron un total de cuatro secciones bien marcadas.

Dividir las secciones establecidas del pavimento en unidades de muestra. Como el ancho de pista es un valor constante igual a 7.5 metros, se definieron las siguientes dimensiones para las unidades de muestra: 6.10 x 37.5 metros, abarcando un área de 228.75 m². En cada tramo se analizarán 16 unidades de muestra, haciendo un total de 32 unidades a ser inspeccionadas en toda la red.

Cada unidad de muestra es señalada en el pavimento e identificada por medio de un código, como por ejemplo, U-1 indica que se trata de la Unidad de muestra U-1. Esto permitirá su fácil localización en caso se quiera verificar alguna información.

Seleccionar las unidades de muestra a ser inspeccionadas. En este caso, se estudiarán todas las unidades de muestra existentes dentro de la red de pavimento, para obtener una mejor estimación del estado en que se encuentran.

4.2.2. Procedimiento de Inspección

Inspeccionar cada unidad de muestra seleccionada.

Registrar el tramo y número de sección así como el número de unidad de muestra.

Registrar el tamaño de unidad de muestra medido con el odómetro manual (de 37.5 metros de longitud, por 7.5 metros de ancho de carril).

Realizar la inspección de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y llenando la información obtenida en las hojas de registro, los tipos de fallas y el grado de severidad

Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionad

V. Resultados

Este trabajo de investigación, realiza un diagnóstico situacional visual de la avenida José Gálvez, de la ciudad de Barranca, provincia de Barranca, región de Lima, haciendo uso de método PCI, para luego realizar un análisis y evaluación del pavimento flexible; así mismo para determinar la serviciabilidad de esta vía. Basándonos en el método de muestreo estadístico del PCI. El trabajo de investigación empieza con la división de la vía en tramos de longitudes, de los cuales 199 tramos fueron evaluados por sentido, sometidas a evaluación; por fines de comparabilidad de resultados, para la evaluación por el método. Se evalúan y se halla el índice de las fallas existentes en la vía, así como su severidad y se recolectan en formatos como los señalados en los cuadros N°1 y N°2.

**CUADRON°1
METODO PCI**

ESQUEMA

**INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO
FLEXIBLE**

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la vía:	Av. José Gálvez B	Sección:	1	Unidad	U1				
de muestra: Ejecutor:	Rafael Ernesto Zevallos Gamarra	Fecha:	14/05/2017						
Área:					228.75				
1. Piel de cocodrillo por deslizamiento	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica o					
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido		17. Hinchamiento					
3. Fisuras en bloque intemperismo y	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches		18. Peladura por					
4. Abultamientos y hundimientos arenados	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		desprendimiento de					
FALLA	CANTIDAD				TOTAL DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
2L	0.0228	0.0021	0.002	0.018	0.69	0.784	1.5189	0.66	0
5L	13.44	24.15	41.16	25.6	46	78.4	228.75	100.00	39
6L	0.42	0.25	0.3	0.9	0.375	0.435	2.68	1.17	5
7L	0.09	0.14					0.23	0.10	0
11M	0.276						0.276	0.12	4
11H	0.0754						0.0754	0.03	0
14L	0.125	0.06	1.28	2.3	0.44		4.205	1.84	14
15L	0.104	0.08	0.065	0.084	0.055		0.388	0.17	0
17L	0.64						0.64	0.28	0
18L	13.44	24.15	41.16	25.6	45.724	78.4	228.474	99.88	15

Tabla 7.

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U1

#	Valor Deducido					Total	q	CDV
1	39	15	14	5	4	77	5	40
2	39	15	14	5	2	75	4	42
3	39	15	14	2	2	72	3	46
4	39	15	2	2	2	60	2	44
5	39	2	2	2	2	47	1	47

Max CDV = 47

PCI = 53

Resultado = ESTADO REGULAR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

**CUADRON°2
METODO PCI**

ESQUEMA

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la vía: Av. Jose Galvez B.
Ejecutor: RAFAEL ERNESTO ZEVALLOS GAMARRA
Área:

Sección: 1
Fecha: 14/05/2017

Unidad de muestra: U2
228.75

1. Piel de cocodrillo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica o por deslizamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento	

FALLA	CANTIDAD		TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
2L	0.0319	0.006	0.0379	0.02	0
5L	37.625	54.18	228.75	100.00	39
6L	0.105	0.832	0.937	0.41	4
10L	1.9	0.3	2.2	0.96	0
11H	0.45		0.45	0.20	9
14L	0.9	0.602	3.262	1.43	11
15L	0.03	0.025	0.055	0.02	0
18L	37.625	50.535	222.71	97.36	15.5
18M	5.59		5.59	2.44	10.5

Tabla 8.

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U2

#	Valor Deducido						Total	q	CDV
1	39	15.5	10.5	11	9	4	89	6	44
2	39	15.5	10.5	11	9	2	87	5	45
3	39	15.5	10.5	11	2	2	80	4	45
4	39	15.5	10.5	2	2	2	71	3	45
5	39	15.5	2	2	2	2	62.5	2	46
6	39	2	2	2	2	2	49	1	49

Max CDV = 49

PCI = 51

Resultado = ESTADO REGULAR DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

VI. Discusión

Como podemos ver que según el PCI, que dice "El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado", se tiene un PCI total de = 47 y 49 lo que significa que se tiene un nivel regular, y esto implica que se debe rehabilitar el pavimento es decir aplicar un mantenimiento correctivo en las zonas deterioradas y establecer un mantenimiento preventivo en todo el pavimento. Que permita mantener operativo y en buen estado el pavimento en el tiempo de vida útil para el que fue diseñado, las diferentes vías en la ciudad de Barranca. Debido a las obras de reparación en la Av. José Gálvez Barrenechea, la falla tipo piel de cocodrilo se localizó en pocos lugares de la unidad de muestra. Las fisuras que se encontraron no formaban mallas o redes, eran independientes y muy espaciadas entre sí. Es por ello que la mayor parte de unidades de muestra presentan un estado regular y bueno, pues la piel de cocodrilo es una falla de tipo estructural de consecuencias severas para el pavimento.

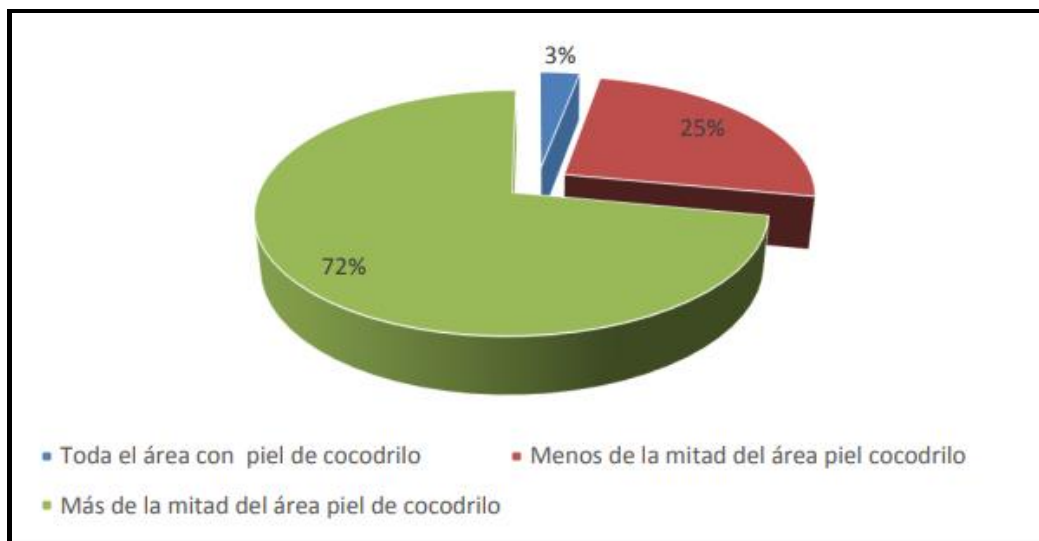
La avenida presenta bermas construidas a ambos lados de la vía que no dan lugar a que se produzca algún desnivel entre el carril y la berma. Además, durante los trabajos de reparación, se llevó a cabo la construcción de sardinales (bermas) de concreto simple para evitar justamente este tipo de deterioro.

Las fisuras de reflexión de junta no se encontraron porque no existe pavimento rígido debajo de la carpeta asfáltica. El pavimento flexible está construido sobre base y subbase granular, mas no sobre losas de concreto.

Finalmente, como se vio en los criterios de inspección, si la exudación es considerada, entonces el agregado pulido no será tomado en cuenta en la misma área. Se registró exudación en casi todas las unidades de muestra, excepto en U-1 y U-2, donde tampoco se encontró agregado pulido.

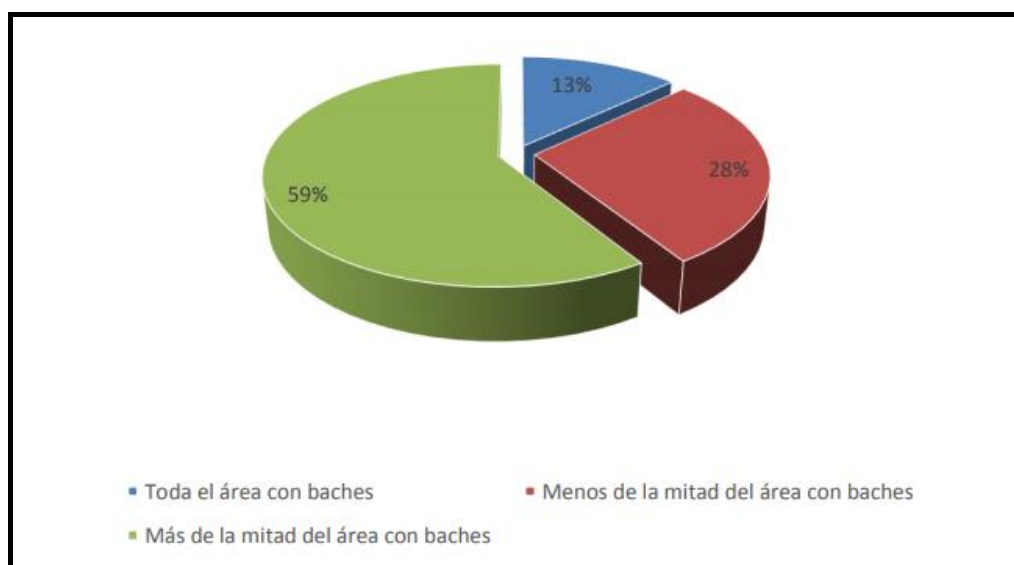
De acuerdo a los resultados obtenidos se puede afirmar que para piel de cocodrilo, un 3% de las unidades de muestra, presentan piel de cocodrilo en todos los 228.75 m² de su área. Un 72% de las unidades presentan esta falla en más de la mitad del área. Y finalmente, un 25% de las unidades de muestra falla piel de cocodrilo menos de la mitad de su área de pavimento. Ver gráfico.1.

Grafico N° 1



Ahora, para la Baches, un 13% de las unidades de muestra, presentan todos los 228.75 m² de su área con baches. Un 28% de las unidades presentan esta falla en más de la mitad del área. Y por último, un 59% de las unidades de muestra tienen baches menos de la mitad de su área de pavimento. Ver gráfico 2.

Grafico N° 2



VII. Conclusiones

- Primero:** Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentan, a fin de realizar el tratamiento para una conservación periódica y/ permanente de las vías en la ciudad de Barranca.
- Segundo:** Las fallas con mayor nivel de severidad que se presentan en el pavimento flexible de la vía en estudio son: baches en mal estado, Piel de Cocodrilo y agrietamientos Longitudinales, Transversales y Agrietamiento en bloque.
- Tercero:** Aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) se determinó que la Av. José Gálvez Barrenechea, tiene un PCI de 47 y 49 y se encuentra en un estado de conservación "Regular". Esta se deberá mantener un control de daños y establecer intervalos de tiempos para su control de estas.
- Cuarto:** En las calles de la ciudad de Barranca se debe cuantificar el valor del PCI para de esta manera, conseguir que se efectúen políticas de conservación y por consiguiente detener el deterioro de las calles de manera prematura.
- Quinto:** Conociendo el estado en que se encuentra las calles de la ciudad de Barranca se podrá tomar decisiones acertadas en cada caso y se podrá definir un cronograma de rehabilitación e inclusive una estrategia de inversión.
- Sexto:** El ratio de costo por m² de área del Jr. José Gálvez evaluado para pasar el pavimento de una condición regular a excelente es de 23.67 nuevos soles/m².

VIII. Recomendaciones

- Primero:** Se recomienda realizar la toma de datos y evaluación de pavimentos se deberá llevar una matriz de evaluación que sirva de guía para el especialista o asistente de forma periódica, mantener actualizado un formato de evaluación que defina y proponga la metodología que se va a aplicar para la evaluación. Al realizar la evaluación superficial será necesaria la guía de profesionales con experiencia en el área y colaboradores capacitados.
- Segundo:** Al obtener como resultado un Índice de Condición de Pavimento Regular, se recomienda realizar una Rehabilitación Integral de la Vía en estudio, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- Tercero:** La evaluación del pavimento flexible de las vías estudiadas, se recomienda efectuar en periodos de 6 a 12 meses, de preferencia entre los meses de noviembre a mayo para evitar presencia de posibles lluvias, con la finalidad de conocer si el estado de conservación de la vía se mantiene, identificar la aparición de nuevos daños y analizar la evolución de las fallas ya existentes.
- Cuarto:** Las mediciones de superficie deben ser considerada de manera periódica, establecer políticas de mantenimiento y considerar de uso exclusivo el estudio del PCI para los pavimentos flexibles en la ciudad de Barranca.
- Quinto:** Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.

Sexto: Se recomienda realizar una inversión para adaptar la norma ASTM relacionada al PCI a la realidad peruana. En las vías urbanas de Barranca que existen restos de concreto en los pavimentos dejados por construcciones informales, gibas de velocidad y otras características que ameritan una adaptación. Por suerte es la vía evaluada no se tuvieron este tipo de diferencias.

IX. Referencias

- American Society for Testing and Materials (2004). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. Estados Unidos. 81 pp.
- Aashto, A., (2004). *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos.
- Cardoso, S. y Fernández, M. (1999). *Aplicaciones prácticas del Método PCI para el mantenimiento de pavimentos de aeropuertos*. Lima, Perú.
- Gonzales S. y Ms. e Ing. Ordoñez A. (2006). *Diseño moderno de pavimentosasfálticos*.
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla*.
- Rabanal, J. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento*. Lima, Perú: Universidad privada del Norte. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura, Perú: Universidad de Piura. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.
- U.S. Army Engineer Research and Development Center. (2001). *Manual Paver asphalt surfaced airfields Pavement Condition Index (PCI)*. Estados Unidos.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Primera edición. Colombia:
- Vivar, G. (1995). *Diseño y construcción de pavimentos*. 2da Edición. Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Vásquez, L. (2002). *Manual INGEPAV-Ingeniería de Pavimentos*". El Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES DE ALGUNAS VÍAS DE LA CIUDAD DE BARRANCA – 2017"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES				
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1: Identificación de las Fallas Superficiales en los Pavimentos Flexibles.				
¿Cuál es el Estado Situacional del pavimento flexible la y consecuentes fallas superficiales de los pavimentos flexibles de algunas vías en la ciudad de Barranca?	Identificar el estado situacional y su consecuente falla superficial y/o deterioro mediante el método del Índice de Condiciones de Pavimento asfáltico (PCI) para las vías de la ciudad de Barranca?	No corresponde	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de valores	Nivel y Rango
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Periodo de diseño para el servicio de los Pavimentos flexibles.	Tiempos de conservación.	01, 02, 03, 04	1- Muy en desacuerdo	[0 – 5]
			Identificación de las fallas superficiales de los pavimentos flexibles.	Ficha de identidad de las fallas superficiales.	05, 06, 07, 08	2- En desacuerdo	[6 – 10]
1.- Cumplimiento del índice de serviciabilidad el pavimento flexible en las vías de la ciudad de Barranca?	1.- Verificar la calidad de desempeño de la vías de pavimento flexible y su consecuente falla superficial en la ciudad de Barranca?		Procedimiento para las mejoras en las etapas de servicio de los pavimentos flexibles.	Medios constructivos para cada falla, en los pavimentos flexibles.	09, 10, 11, 12	3- Indiferente	[11 – 15]
						4- De acuerdo	[16 – 20]
						5- Muy de acuerdo	[21 – 25]
2.- ¿Cuáles son las fallas superficiales del pavimento flexible en	2.- Determinar la falla física mediante el método del Índice de Condiciones de		Variable 2: Método del PCI - Índice de Condición del Pavimento de algunas vías de la ciudad de Barranca.				
			Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de valores	Nivel y Rango

<p>la ciudad de Barranca?</p> <p>3.- ¿Qué alternativas de solución se plantea para el mejoramiento del estado situacional de los pavimentos flexibles, en la ciudad de Barranca?</p>	<p>Pavimento (PCI) de las vías en la ciudad de Barranca?</p> <p>3.-Plantear soluciones para mejorar las vías en la el Ciudad de Barranca y así para poder optimizar el tránsito.</p>		<p>Rango de daño y severidad según la falla del pavimento flexible.</p> <p>Clasificación del tipo de falla en los pavimentos flexible.</p>	<p>Tipo de falla o deterioro.</p> <p>Grado de Severidad</p> <p>Denominación de la falla.</p> <p>Determinación del daño en el pavimento flexible.</p>	<p>01, 02, 03, 04</p> <p>05, 06, 07, 08</p>	<p>1- Muy en desacuerdo</p> <p>2- En desacuerdo</p> <p>3- Indiferente</p> <p>4- De acuerdo</p> <p>5- Muy de acuerdo</p>	<p>[0 – 5]</p> <p>[6 – 10]</p> <p>[11 – 15]</p> <p>[16 – 20]</p> <p>[21 – 25]</p>
--	--	--	--	--	---	---	---

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "IDENTIFICACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES DE ALGUNAS VÍAS DE LA CIUDAD DE BARRANCA – 2017"

METODOLOGÍA

Tipo de investigación:

Investigación Aplicada, por su aplicación directa a los problemas de la sociedad y en el sector productivo.

Diseño:

No experimentales se aplican en ambos enfoques (cualitativo y cuantitativo) y a la vez Transversal.

Método:

El método de investigación es observacional, análisis, estadístico y descriptivo.

Alcance:

Identificar las fallas superficiales de los pavimentos flexibles mediante el método del Índice de Condiciones de Pavimento Asfáltico (PCI) para algunas vías urbanas de Barranca, y plantear los respectivos métodos de solución a través del grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, el cual permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación, reconstrucción y mantenimiento.

Población:

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica de la ciudad de Barranca, involucrando las vías principales y personal calificado.

Muestra:

La muestra es Probabilística en el estudio a realizarse en el personal Profesional y Técnico, los cuales serán constituidos de la siguiente forma:

Profesionales:

05 Ingenieros.

10 Licenciados.

15 Tecnicos a nivel Instituto.

30 operarios de la construcción.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de operacionalización de las variables

Variable 1 Estado Situacional del Pavimento Flexible de las vías en la ciudad Barranca.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
<ul style="list-style-type: none"> Periodo de diseño para el servicio de los Pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de conservación. 	01, 02, 03, 04	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Identificación de las fallas superficiales de los pavimentos flexibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Fichas de identidad de las fallas superficiales. 	05, 06, 07, 08	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> Procedimiento para las mejoras en las etapas de servicio de los pavimentos flexibles 	<ul style="list-style-type: none"> Medios constructivos para cada falla, en los pavimentos flexibles. 	09, 10, 11, 12	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]

Variable 2: Método del PCI - Índice de Condición del Pavimento de algunas vías de la ciudad de Barranca.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Niveles o rangos
<ul style="list-style-type: none"> • Rango de daño y severidad según la falla del pavimento flexible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de falla o deterioro. • Grado de Severidad 	01, 02, 03, 04	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de los tipos de fallas en los pavimentos flexible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Denominación de la falla. • Determinación del daño en el pavimento flexible. 	05, 06, 07, 08	1- Muy en desacuerdo [0 – 5] 2- En desacuerdo [6 – 10] 3- Indiferente [11 – 15] 4- De acuerdo [16 – 20] 5- Muy de acuerdo [21 – 25]

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Certificado de validez



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	¿Cree Ud. que los pavimentos flexibles no cumplen con su periodo de diseño en la ciudad de Barranca?	X						
2	Las capas estructurales del pavimento flexible de la ciudad de Barranca, deberán ser diseñadas tal que deban cumplir con su tiempo de servicio?	X						
3	¿Cree Ud. que se deberán tomar en cuenta los diseños de drenaje y sub-drenaje en el proceso constructivo de los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
4	Los pavimentos flexibles ocasionaran daño a la salud de las personas, debido al transporte de vientos y humedad?	X						
DIMENSIÓN 2								
5	¿Cree Ud. Que identificar las fallas superficiales de los pavimentos flexible mejorara su periodo de diseño?	X						
6	Se podrá estimar el volumen de tránsito vehicular, para el Periodo de Diseño del Pavimento Flexible de la ciudad de Barranca.	X						
7	Usted cree que el conteo Vehicular contribuye principalmente para elaborar el diseño geométrico de la via, diseño de pavimento flexible y beneficio social en la ciudad de Barranca?	X						
8	La ciencia Estadística será útil para realizar la identificación de fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca?	X						
DIMENSIÓN 3								
9	¿Cree Ud. Que identificando las fallas en los pavimentos flexibles, se podrá realizar un mejor trabajo de mantenimiento y conservación ?	X						
10	Sera necesario someter a diferentes ensayos los materiales para identificar las fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
11	Conociendo las respectivas fallas en los Pavimentos Flexibles a través de los resultados de los ensayos, se podrá establecer el respectivo diseño de mezclas.	X						
12	¿Cree Ud. que identificando las fallas antes que cumpliera su periodo de diseño, los pavimentos flexibles tendrían un mejor de servicio?	X						
DIMENSIÓN 1								
13	El método del PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO {PCI – Pavement Condition Index}), nos ayudara a identificar las diferentes fallas iniciales de los Pavimentos Flexibles de los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.?	X						
14	El formato de exploración de condición para vías con superficie asfáltica ó flexible de la ciudad de Barranca nos permitirá identificar el tipo de falla y su respectivo tratamiento de mejoras.	X						
15	El deterioro de la estructura de pavimento flexible es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo?	X						
16	El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y	X						

CANTIDAD de cada daño presenta?		DIMENSIÓN 2					
		Si	No	Si	No	Si	No
17	El tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable?	X					
18	Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI y respectiva Clasificación?	X					
19	El método del PCI me permitirá evaluar los respectivos materiales para estructurar los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.	X					
20	En los pavimentos flexibles de carreteras, a diferencia de los de vías urbanas, es posible encontrar situaciones estructurales de diferentes fallas?	X					

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: DNI:.....

Especialidad del validador:.....

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de.....del 20....


 Dr. Wilfredo F. Paucar Sánchez
 DNI: 31624236

 Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	Cree Ud. que los pavimentos flexibles no cumplen con su periodo de diseño en la ciudad de Barranca?	X						
2	Las capas estructurales del pavimento flexible de la ciudad de Barranca, deberán ser diseñadas tal que deban cumplir con su tiempo de servicio?	X						
3	Cree Ud. que se deberán tomar en cuenta los diseños de drenaje y sub-drenaje en el proceso constructivo de los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
4	Los pavimentos flexibles ocasionaran daño a la salud de las personas, debido al transporte de vientos y humedad?	X						
DIMENSIÓN 2								
5	¿Cree Ud. Que identificar las fallas superficiales de los pavimentos flexible mejorara su periodo de diseño?	X						
6	Se podrá estimar el volumen de tránsito vehicular, para el Periodo de Diseño del Pavimento Flexible de la ciudad de Barranca.	X						
7	Usted cree que el conteo Vehicular contribuye principalmente para elaborar el diseño geométrico de la vía, diseño de pavimento flexible y beneficio social en la ciudad de Barranca?	X						
8	La ciencia Estadística será útil para realizar la identificación de fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca?	X						
DIMENSIÓN 3								
9	¿Cree Ud. Que identificando las fallas en los pavimentos flexibles, se podrá realizar un mejor trabajo de mantenimiento y conservación ?	X						
10	Sera necesario someter a diferentes ensayos los materiales para identificar las fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
11	Conociendo las respectivas fallas en los Pavimentos Flexibles a través de los resultados de los ensayos, se podrá establecer el respectivo diseño de mezclas.	X						
12	Cree Ud. que identificando las fallas antes que cumpliera su periodo de diseño, los pavimentos flexibles tendrían un mejor de servicio?	X						
DIMENSIÓN 1								
13	El método del PCI (INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index), nos ayudara a identificar las diferentes fallas iniciales de los Pavimentos Flexibles de los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.?	X						
14	El formato de exploración de condición para vías con superficie asfáltica ó flexible de la ciudad de Barranca nos permitirá identificar el tipo de falla y su respectivo tratamiento de mejoras.	X						
15	El deterioro de la estructura de pavimento flexible es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo?	X						
16	El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y	X						

CANTIDAD de cada daño presenta?		Si	No	Si	No	Si	No
DIMENSIÓN 2							
17	El tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable?	X					
18	Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI y respectiva Clasificación?	X					
19	El método del PCI me permitirá evaluar los respectivos materiales para estructurar los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.	X					
20	En los pavimentos flexibles de carreteras, a diferencia de los de vías urbanas, es posible encontrar situaciones estructurales de diferentes fallas?	X					

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: DNI:.....

Especialidad del validador:.....

.....de.....del 20....

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 MG. ANGEL H. DURAN TARAZONA
 DNI: 32031216

 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1								
1	Cree Ud. que los pavimentos flexibles no cumplen con su periodo de diseño en la ciudad de Barranca?	X						
2	Las capas estructurales del pavimento flexible de la ciudad de Barranca, deberán ser diseñadas tal que deban cumplir con su tiempo de servicio?	X						
3	Cree Ud. que se deberán tomar en cuenta los diseños de drenaje y sub-drenaje en el proceso constructivo de los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
4	Los pavimentos flexibles ocasionaran daño a la salud de las personas, debido al transporte de vientos y humedad?	X						
DIMENSIÓN 2								
5	¿Cree Ud. Que identificar las fallas superficiales de los pavimentos flexible mejorara su periodo de diseño?	X						
6	Se podrá estimar el volumen de tránsito vehicular, para el Periodo de Diseño del Pavimento Flexible de la ciudad de Barranca.	X						
7	Usted cree que el conteo Vehicular contribuye principalmente para elaborar el diseño geométrico de la via, diseño de pavimento flexible y beneficio social en la ciudad de Barranca?	X						
8	La ciencia Estadística será útil para realizar la identificación de fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca?	X						
DIMENSIÓN 3								
9	¿Cree Ud. Que identificando las fallas en los pavimentos flexibles, se podrá realizar un mejor trabajo de mantenimiento y conservación ?	X						
10	Sera necesario someter a diferentes ensayos los materiales para identificar las fallas en los Pavimentos Flexibles de la ciudad de Barranca.	X						
11	Conociendo las respectivas fallas en los Pavimentos Flexibles a través de los resultados de los ensayos, se podrá establecer el respectivo diseño de mezclas.	X						
12	Cree Ud. que identificando las fallas antes que cumpliera su periodo de diseño, los pavimentos flexibles tendrían un mejor de servicio?	X						
DIMENSIÓN 1								
13	El método del PCI (ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI – Pavement Condition Index), nos ayudara a identificar las diferentes fallas iniciales de los Pavimentos Flexibles de los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.?	X						
14	El formato de exploración de condición para vías con superficie asfáltica ó flexible de la ciudad de Barranca nos permitirá identificar el tipo de falla y su respectivo tratamiento de mejoras.	X						
15	El deterioro de la estructura de pavimento flexible es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo?	X						
16	El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y	X						

CANTIDAD de cada daño presenta?							
DIMENSIÓN 2		Si	No	Si	No	Si	No
17	El tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable?	X					
18	Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI y respectiva Clasificación?	X					
19	El método del PCI me permitirá evaluar los respectivos materiales para estructurar los Pavimentos flexibles de la ciudad de Barranca.	X					
20	En los pavimentos flexibles de carreteras, a diferencia de los de vías urbanas, es posible encontrar situaciones estructurales de diferentes fallas?	X					

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: DNI:.....

Especialidad del validador:.....

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de.....del 20....



 Dr. Wilfredo F. Paucar Sánchez
 DNI: 31624236

.....
 Firma del Experto Informante.

Anexo 4. Pantallazo del turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
 Es seguro | https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?no=1038&...1&lang=es&ca=1072493502&cr=669996376
 feedback studio

ZEVALLOS GAMARRA



ESCUELA DE POSGRADO


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017.

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

AUTOR:
 ZEVALLOS GAMARRA, RAFAEL ERNESTO

ASESOR:
 Dr. César Humberto Del Castillo Talledo



Página: 1 de 81 Número de palabras: 10236

Turnitin Report High Resolution Archivos 605 p. m. ESP ES 29/09/2018

Resumen de coincidencias	
25 %	
1	cid.org.pe Fuente: CID Research 2 %
2	docukey.es Fuente: DocuKey 2 %
3	Entregado a Universid Fuente: Universidad de Zaragoza 2 %
4	www.grn.com Fuente: GRN 2 %
5	repositorio.ub.edu Fuente: UB 2 %
6	repositorio.uaboch.es Fuente: UB 1 %
7	es.scribd.net Fuente: Scribd 1 %
8	Entregado a Universid Fuente: Universidad de Zaragoza 1 %
9	repositorio.upse.edu.pe Fuente: UPS 1 %
10	ri.uca.edu.uy Fuente: UCA 1 %

Anexo 5. Acta de originalidad del turnitin



Acta de Aprobación de originalidad de Tesis

Yo, Pedro Félix Novoa Castillo, docente de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo filial Lima Norte, revisor de la tesis titulada **Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017** presentado por **Zevallos Gamarra, Rafael Ernesto** constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 29 de mayo del 2018



Pedro Félix Novoa Castillo

DNI:40184672

Anexo 6. Formulario de autorización para la publicación de la tesis electrónica



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

ZEVALLLOS GÁMARRA, RAFAEL ERNESTO

D.N.I. : 15852317

Domicilio : JR. ZEVY 172 E LOT 02 - BARRANCA

Teléfono : Fijo : Móvil : 951668581

E-mail : rafaelzevallos@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

 Tesis de Pregrado

Facultad :

Escuela :

Carrera :

Título :

 Tesis de Posgrado Maestría

Grado : MAESTRO EN

Mención : ING. CIVIL MENCION EN DIRECCION DE EMPRESAS

DE LA CONSTRUCCION.

 Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

ZEVALLLOS GÁMARRA, RAFAEL ERNESTO

Título de la tesis:

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES EN LOS
PAVIMENTOS FLEXIBLES DE ALGUNAS VÍAS DE LA CIUDAD DE
BARRANCA - 2017.

Año de publicación : 2017.

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 13-07-19

Anexo 7. Autorización V° B° de empastado

931-78



ESCUELA DE POSGRADO
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

VISTO BUENO
PARA TESTES

ESCUELA DE POSGRADO

RAFAEL EZEQUIEL ZEVALLOS GONZALEZ con DNI N° 15852214
(Nombres y apellidos del solicitante) (Número de DNI)
domiciliado (a) en CALLE ZAVS - LOT. CESAR AUGUSTO E-2 BARRIOCA
(Calle / Lot. / No. / Urb. / Distrito / Provincia / Región)

ante Ud. con el debido respeto expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción: 2014-02 del programa: DIRECCIÓN DE EMPAQUETOS
(Promoción) (Nombre del programa)
DE LA CONSTRUCCIÓN identificado con el código de matrícula N° 600015575
(Código de alumno)

de la Escuela de Posgrado, recorro a su honorable despacho para solicitarle lo siguiente:

VISTO BUENO PARA TESTES

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima..... de..... de 2018

[Handwritten signature]
(Firma del solicitante)

Documentos que adjunto:

- a. SOLICITUD Y COPIA
 - b. TESTES BUENOS
 - c. COPIA PAS. INTERV.
 - d. II. DICTAMEN
- II. DICT. DE DENEGACION
ORIGINALES Y COPIAS
POLITICO 20 TORNITIN.

Cualquier consulta por favor comunicarse conmigo al:

Teléfonos: 221 700000 /
Email: rafaelzevallos@hhu.com



[Handwritten signature]