



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

## **“APLICACIÓN DE LOS METODOS VIZIR Y PCI Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA SAN MARCOS-ICHOCAN: 2018”**

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Civil**

**Autor:**

Marcos Manuel Ruitón Quiroz

**Asesor:**

Ing. Mcs. Ena Mirella Cacho Chávez.

Lima - Perú

2018

## **DEDICATORIA**

“A Dios por darme la vida, la salud y el conocimiento”

“A mi madre por su crianza con el ejemplo”

A mi padre por creer apasionadamente en la educación de sus hijos”

“A mi esposa Mery, y a mis hijos Dennis, Marco y Alexis, por su apoyo moral”

## **AGRADECIMIENTO**

Manifiesto mi más sincero agradecimiento por sus significantes aportes en la ejecución de esta investigación a:

Mis padres, hermano y hermanas por su apoyo moral cotidiano.

Mi familia, por su paciencia y motivación permanente para cumplir la meta trazada.

A mis amigos y compañeros de trabajo por sus consejos.

A la Ing. Ena Mirella, Cacho Chávez por su asesoría en la ejecución de esta investigación sistemática.

A mi gran amigo el Ing. Civil Willan, Rojas Arzabe por su apoyo incondicional.

## Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	8
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	10
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	15
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	20
REFERENCIAS	23
ANEXOS	25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 01. Codificación de la Literatura Científica.

Tabla No 02. Resultados Según Buscador Académico.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No 01. Autopista asfaltada con Pavimento flexible.

Figura No 02. Carretera Asfaltada con Pavimento flexible.

Figura No 03. Construcción de Infraestructura Vial - Pavimento Rígido.

Figura No 04. Pavimento Flexible con Múltiples Fallas.

Figura No 05. Trabajos de Conservación Vial en Pavimento Flexible.

## RESUMEN

El trabajo de investigación describe los métodos que permiten realizar una evaluación del estado de una carretera, después de un período de transitibilidad; estos métodos son: el VIZIR y PCI. El objetivo de este trabajo fue analizar los estudios teóricos y empíricos sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de la carretera en los últimos 10 años. Esta revisión teórica se realizó bajo la metodología de la revisión sistemática utilizando primordialmente el buscador Google académico, Scholar Google y Ebscohosts, para la elección de la literatura se eligió las investigaciones que oscilan entre los años 2008 y 2018, por la importancia sus contenidos. Los resultados obtenidos producto del análisis de los estudios teóricos y empíricos permitieron determinar que los métodos VIZIR y PCI, son muy utilizados y tienen una gran influencia en la evaluación del estado de una carretera en cualquier parte de mundo que cuente con pavimento flexible o rígido; sin embargo una de las limitaciones fue no poder usar la bibliografía en inglés. En conclusión la literatura científica revisada en los buscadores Google académico, Scholar Google y Ebscohosts dieron los suficientes alcances para cumplir con el objetivo.

**PALABRAS CLAVES:** Carretera, estado de una carretera, pavimento, pavimento flexible, método VIZIR, método PCI y conservación vial.

Es de vital importancia realizar investigaciones de literatura científica, con buscadores académicos que brinden información de calidad, que permita desarrollar la investigación sobre estudios teóricos y empíricos de métodos de evaluación del estado de una carretera.

Por lo tanto, ¿Qué se conoce sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de una carretera, en los últimos 10 años?, ante esta interrogante el objetivo de la investigación fue: analizar, los estudios teóricos y empíricos sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de la carretera en los últimos 10 años.

Según el Manual Internacional de Carreteras, conservación o estado de una carretera engloba aquel conjunto de actividades encaminadas a preservar tales vías en condición de circulación segura, cómoda y fluida a un mínimo costo global para la sociedad. Las carreteras son un patrimonio nacional enorme y requieren conservación para mantenerlas en condiciones satisfactorias y ofrecer circulación segura y con bajo costo al usuario, con velocidad apropiada. Una conservación tardía o insuficiente aumentará el costo final de reparación, elevará los costos de funcionamiento para el usuario, aumentará molestias y reducirá seguridad. Precisamente en estos aspectos radica la importancia de la conservación vial (Moreno, Parrales y Cobos, 2018).

El pavimento es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural. El pavimento funciona como sustento de los seres vivos y de las cosas. Dado que un gran porcentaje de los accidentes automovilísticos que tienen lugar todos los días en las grandes ciudades están relacionados con el deterioro de las calles, resulta de gran importancia prolongar la vida de los pavimentos (Pérez y Gardey, 2012)

La metodología francesa de evaluación de pavimentos VIZIR, es una metodología de fácil aplicación, la cual establece una diferencia entre las fallas funcionales y estructurales del pavimento, esta metodología clasifica los daños o deterioros de la rodadura asfáltica en dos categorías, A y B, cuya identificación de gravedad se presentan en tablas. Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento. Se trata de deformaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural del asfalto. Las deformaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural del asfalto. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Los daños se ven representados en un cuadro identificado por medio de

rectángulos cuyo fondo (blanco, gris o negro) que indica el nivel de gravedad, también en el interior del rectángulo se coloca un número que expresa el lugar que ocupa el daño dentro de la zona evaluada. Para los estudios destinados al diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, cada zona de análisis deberá tener una longitud de 100 metros (Sierra y Rivas, 2016).

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

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presente, el PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima (Vázquez, 2002).

El PCI varía entre 0 para pavimentos fallados y un valor de 100 para pavimentos en excelente condición

La conservación vial es un conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica. Las obras que conforman la conservación vial no requieren de estudios de preinversión, porque se trata de obras de prevención o de corrección menor de deterioros y en la medida que se identifique su inicio de estos se deberá proceder a su corrección para evitar su progresión. Pero si requieren de una programación técnica sistemática que permita sustentar el gasto necesario (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

En tal sentido la recopilación de la literatura científica ayudará a cumplir el objetivo planteado.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática de la literatura científica orientada a la evaluación del estado de las carreteras, utilizando los métodos VIZIR y PCI, para la conservación vial. La pregunta de investigación establecida para conducir el proceso metodológico fue la siguiente: ¿Qué se conoce sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de una carretera, en los últimos 10 años?,

La revisión de la literatura científica es una estrategia de recopilación de información sumamente importante ante la necesidad de conocer de manera sintética y técnica los resultados de las investigaciones. Existen muchos estudios de diferente nivel de profundidad en el país y en el extranjero, sin embargo es importante tomar en cuenta a las que se ajustan a la normatividad de nuestro país (DG, 2014), a las directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y de sus organismos descentralizados (Pro Vías Nacional)

La mayoría de los artículos se obtuvieron de la base de datos Google Académico y para agilizar los procesos de búsqueda de información se definieron las siguientes palabras claves: Carretera, estado de una carretera, pavimento, pavimento flexible, método VIZIR, método PCI y conservación vial.

Todos los artículos referenciados a través de los descriptores fueron analizados cuidadosamente después de varias lecturas, verificando el título, autor, método, año, país y expresando un breve resumen de sus aportes. La codificación se realizó como es indica a continuación:

Tabla No 01

## Codificación de la Literatura Científica

<b>COD.</b>	<b>FUENTE</b>	<b>AUTORES</b>	<b>FECHA</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>BREVE RESUMEN</b>
L-1	Google Académico	Coy Pineda, Oscar Mauricio	2017	Descriptivo- correlacional	Se usaron los métodos VIZIR y PCI como una herramienta para conocer el estado de un pavimento flexible, la auscultación superficial o visual de la calle 134 entre carreteras 52Aa y 53c.
L-2	Google Académico	Becerra Guevara, Ricardo Lenin	2012	Descriptivo- correlacional	Se realizó la evaluación superficial de la capa de rodadura flexible de la Carretera Fernando Belaunde Terry, desviación Lamas mediante las metodologías VIZIR
L-3	Google Académico	Apolinario Morales, Edwin Wilder	2012	Descriptivo- correlacional	El trabajo desarrollado, presentó una propuesta para la evaluación de la condición superficial de pavimentos, en carreteras de bajo volumen de tránsito (Cañete-Chupaca), basado en una modificación del método VIZIR.
L-4	Google Académico	Hugo Alexander, Rondón Quintana Fredy Alberto, Reyes Lizcano	2008	Descriptivo	Presentó los tipos de metodologías para el análisis y diseño de estructuras de pavimentos flexibles en el mundo. Además se realizó una discusión crítica sobre la

					forma como el método de diseño colombiano evalúa el fenómeno de -deformación permanente en estructuras de pavimentos flexibles.
L-5	Google Académico	Montejo Fonseca, Alfonso	2008	Descriptivo Correlacional	Se expusieron los conceptos básicos de ingeniería para alcanzar el nivel adecuado en el diseño, construcción y mantenimiento de los diversos tipos de pavimentos.
L-6	Google Académico	Rabanal Pajares, Jaime Enrique	2014	Descriptivo Correlacional	Consistió en el empleo del índice PCI. Para la valoración del estado del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento Norte.  Se concluyó que la Vía de Evitamiento Norte tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49.
L7	Google Académico	Naciones Unidas: Comisión Económica para América Latina y el Caribe	2009	Descriptivo	Se planteó que la labor del ingeniero en el próximo milenio, no se limitará a proyectar una vía apta para la circulación de vehículos, sino que deberá conjugar de la mejor manera este aspecto con la adaptación y conservación del medio por donde la carretera discurre, sin perder de vista el matiz

					económico que ella representa. Un manual y normatividad se hacen imprescindibles.
L8	Scholar google	Luis Bañon Blazquez Jose F. Bevía García	2015	Descriptivo	Manual técnico de carácter generalista en el que se desarrolló técnicas de construcción y mantenimiento de infraestructuras viales.
L9	Scholar Google	Dirección General de Caminos y Ferrocarriles	2018	Descriptivo	Este Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”, es un documento normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial del Perú, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros establecidos
L10	Ebscohots	Riaño S., Francisco J	2013	Descriptivo	Se planteó que todas las actividades de gestión y de manejo físico de la red vial sean llevadas a cabo por empresas de gestión de conservación vial. Sólo éstas pueden reunir las condiciones de autonomía y flexibilidad que requieren la gestión y los procesos productivos, entre otras, la agilidad para decidir, contratar, premiar y

					sancionar.
L11	Ebscohots	Federico León Castaño Martínez	2009	Experimental	Describió el objetivo, metodología, interpretación y conclusiones de un análisis cualitativo y experimental para determinar la viabilidad de un sistema de drenaje que contempla la inclusión de gradaciones abiertas en la estructura de pavimento flexible, y evaluar la mejora con respecto a la estructura de pavimentos convencional.

Fuente: Elaboración Propia.

Por su importancia en el tratamiento del tema de investigación, se incluyeron artículos originales publicados en base de datos científicos en idioma español entre los años (2008 a 2018) que describen enfoques y estrategias relacionada a la investigación.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

La búsqueda de trabajos de investigación en la base de datos y motores de búsqueda arrojó un total de 11 artículos en el período de 2008 al 2018. Estos trabajos fueron distribuidos de la siguiente manera: Google Académico 7 artículos, Escholar Google 2 artículos y Ebscohots 2 artículos. Muchos artículos se descartaron por no cubrir a plenitud lo requerido.

Tabla No 02

Resultados Según Buscador Académico

BUSCADOR	No DE ARTICULOS	PERIODO
Google Académico	07	2008-2017
Escholar Google	02	2015-2018
Ebscohots	02	2009-2013

Fuente: Elaboración Propia.

De los 11 artículos seleccionados se procedió a identificar la temática materia de investigación por lo que:

Dos estudios trataban sobre carreteras haciendo mención sobre su evolución histórica, diseño, construcción y mantenimiento en función de manuales y normatividad de cada país (trochas, carreteras, y autopistas).

Figura No 01

Autopista Asfaltada con Pavimento Flexible



La figura No 02 muestra una autopista de segunda clase, la superficie de rodadura es de pavimento flexible, de calzadas divididas por medio de un separador central; cada calzada cuenta con tres carriles que proporcionan flujos vehiculares continuos.

Así mismo, 2 trabajos trataron del Pavimento, explicando que existen flexible y rígido, además del material que está constituido y la importancia que este tiene para proteger la sub base de una carretera. El deterioro de un pavimento flexible dependerá de la magnitud del parque automotor que circule.

Figura No 02

### Carretera Asfaltada con Pavimento Flexible



La figura No 02 muestra la construcción de una carretera de Segunda Clase, con una calzada de dos carriles de 3.30 m. de ancho como mínimo y con una superficie de rodadura de pavimento flexible

Figura No 03

#### Construcción de Infraestructura Vial – Pavimento Rígido



La figura No 03 muestra la construcción de una carretera de segunda clase, con una calzada de dos carriles de 3.30 m. de ancho como mínimo y con una superficie de rodadura de pavimento rígido reforzado con acero.

Además, 4 trabajos de investigación trataron sobre los métodos de evaluación del estado de una carretera; éstos métodos son el VIZIR y PCI, el más sencillo y práctico es el

método Vizir que consta de dos categorías, la de tipo A evalúa a la parte estructural del pavimento y la del tipo B evalúa la parte funcional o de rodadura y los daños encontrados son seleccionados con procedimientos sencillos, este método solo se usa en pavimentos flexibles. El método PCI sirve para evaluar pavimentos flexibles y rígidos, es decir; es más completa y de fácil implementación. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie.

Figura No 04

#### Pavimento Flexible con Múltiples Fallas



La figura No 04 muestra las fallas de la superficie de rodadura del pavimento flexible de una carretera de segunda clase, su evaluación determinará el estado en que se encuentra para su respectivo mantenimiento.

Finalmente, 2 artículos trataban de la conservación vial, surgiendo importantes planteamientos, argumentando que las empresas en convenio con el estado deben conducir el buen mantenimiento de las carreteras, para que su conservación y uso sean acordes a un país próspero

Figura No 05

### Trabajos de Conservación Vial en Pavimento Flexible



La figura No 05 muestra los trabajos de mantenimiento que se hacen a las autopistas o carreteras para su conservación vial, buscando no transgredir el medio ambiente.

Según indica la literatura es vital manifestar que si bien una carretera conduce progreso, pero estas no deben transgredir al medio ambiente, por lo que su diseño, construcción y mantenimiento deberán hacerse en armonía con el ecosistema.

Este trabajo analizó la literatura científica disponible en la base de datos principalmente de google académico, Scholar google y ebscohot sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI y su incidencia en la evaluación del estado de una carretera. El objetivo fue analizar, los estudios teóricos y empíricos sobre la aplicación de los métodos VIZIR y PCI con el fin de evaluar el estado de la carretera en los últimos 10 años, que permita oportunamente generar un plan de mantenimiento vial. A continuación se destacan algunos aspectos relevantes y se analizan algunas implicaciones para la investigación.

Existe una literatura sumamente amplia al respecto, sin embargo se identificaron 11 estudios vinculados al tema. He considerado publicaciones del año 2008 por el tratamiento normativo y futurista que le da al tema y otras publicaciones importantes que incluyen el presente año 2018.

Los trabajos sobre evaluación del estado de una carretera utilizando los métodos VIZIR y PCI, datan desde el 2012 al 2017 e indican que éstas son herramientas de evaluación del estado o la condición superficial de un pavimento flexible. Estos métodos se vienen utilizando a nivel mundial desde muchos años atrás y no requieren de tecnología sofisticada para su uso.

Respecto a las carreteras, se revisó dos estudios: el primero data de 2009 propuesto como manual que genere normatividad en los países miembros de las Naciones Unidas y propuesto por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de ésta organización internacional. El segundo estudio (DG 2018) corresponde a un manual actualizado al año 2018 por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, organismo descentralizado del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, dicho manual tienen el carácter de normativo que organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial del país.

Se revisó dos trabajos de investigación sobre pavimentos de los años 2007 y 2008 que tratan sobre el diseño, la construcción y el mantenimiento, con aportes importantes a seguir mejorando los procedimientos orientados a la conservación del medio ambiente.

Con respecto a la Conservación Vial, se revisó tres estudios que datan del 2009, 2013 y 2015 cuyo planteamiento indica que la gestión y manejo físico de las carreteras deben ser conducidas por empresas en convenio con el estado, pero que cuenten con autonomía para contratar, premiar y sancionar.

Actualmente hay una discusión muy importante entre lo que fue, lo que es y lo que deber ser sobre el diseño, construcción y conservación de carreteras a nivel internacional, sus avances dependerá de la visión de las autoridades y el profesionalismo de los ingenieros civiles de cada país.

### **Conclusiones**

Al realizar la investigación sistemática sobre la incidencia de los métodos de evaluación del estado de una carretera se concluye lo siguiente:

Que la historia de la humanidad es la historia de los caminos y siempre estos han cumplido análogas funciones en relación con el desarrollo y tecnologías. Las civilizaciones y la barbarie se sirven de los caminos sin los cuales no se concibe su expansión. Rastro del paso del hombre fueron los primeros caminos; rastro de la historia son al fin y al cabo son todos los caminos (Menéndez, 2011).

Durante el presente siglo, el afianzamiento y preponderancia creciente del automóvil como medio de transporte ha requerido una gran expansión de las redes de carreteras en todos los países.

La variable más importante a tener en cuenta en la ingeniería de carreteras moderna son las pendientes del terreno sobre la que se construye la carretera, la capacidad portante del suelo, la estimación correcta de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza geológica y geotécnica del suelo, así como la composición y espesor de la estructura de pavimentación (DG 2018).

El pavimento puede ser rígido o flexible, utilizando este último una mezcla de grava y arena con material bituminoso obtenido del petróleo y de los productos de la hulla.

Los métodos VIZIR y PCI son un herramienta muy sencilla y práctica para evaluar el estado de un pavimento flexible en cualquier parte del mundo, las que deben permitir hacer planes de mantenimiento o conservación oportunas.

La conservación vial o mantenimiento vial se hace imprescindible en una sociedad en desarrollo, las evaluaciones periódicas, los planes oportunos y ejecución de mantenimiento a tiempo son valiosos. La discusión se centra en quien debe ser la encargada, el estado o una empresa con amplias facultades.

Finalmente, en el futuro más cercano, más que referirse al desarrollo económico se deberá atender al desarrollo sostenible: el progreso debe ser compatible con la conservación del medio físico de forma que se asegure su capacidad actual y futura. Las obras de carreteras deben insertarse en el medio ambiente con el menor coste ecológico (Naciones Unidas, 2009).

En tal sentido, la labor del ingeniero no debe limitarse a proyecta una vía para la circulación de vehículos, sino que deberá conjugar de la mejor manera este aspecto con la adaptación y conservación del medio por donde la carretera discurre. Los manuales y normatividad se hacen imprescindibles.

## REFERENCIAS

- Coy, O. (2017). Evaluación Superficial de un Pavimento Flexible de la Calle 134 entre carreteras 52a a 53c comparando los métodos VIZIR y PCI.
- Becerra, R. (2012). Evaluación Superficial por el Método VIZIR de la Carretera desviación Fernando Belaunde Terry (km. 606-R05N) - Lamas (R-111) L=10.50 km.
- Apolinario, E. (2012). Innovación del Método VIZIR en Estrategias de Conservación y mantenimiento de carreteras con Bajo Volumen de Tránsito.
- Rondon, H. y Reyes, F. (2008). Metodologías de Diseño de Pavimentos Flexibles: Tendencias, Alcances y Limitaciones.
- Montejo, A. (2008). Ingeniería de Pavimentos T. 1: Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño.
- 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. Cajamarca-2014.
- Naciones Unidas (2009). Manual de Carreteras.
- Bañon, L. y Bevia, J. (2015). Manual de Carreteras: Construcción y Mantenimiento.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018). Manual de Carreteras DG 2018.
- Riaño, F. (2013). Analizar la Ventajas y Desventajas en el Uso de Asfaltos Modificado con diversos polímeros como alternativa para la Construcción y Conservación de carreteras.
- Castaño, F. (2009). Análisis Cualitativo del Flujo de Agua de Infiltración para

el Control de Drenaje de una Estructura de Pavimento Flexible en la

Ciudad de Bogotá D.C.

Moreno L. y Pinales G y Cobos D. (2018). Mantenimiento y Conservación de Carreteras.

Mendoza A., Abarca E. y Saucedo M. (2011). Practica para Evaluar la Calidad de Infraestructura Carretera de Cuota.

Pérez, J. y Gardey, A. (2012). El Pavimento.

Sierra C. y Rivas A. (2016). Aplicación y Comparación de las Diferentes Metodologías de Diagnóstico para la Conservación y Mantenimiento Vial.

Figura No 01

Autopista Asfaltado con Pavimento Flexible



Figura No 02

Carretera Asfaltada con Pavimento Flexible



Figura No 03

Construcción de Infraestructura Vial – Pavimento Rígido



Figura No 04

Pavimento Flexible con Múltiples Fallas



Figura No 05

Trabajos de Conservación Vial en Pavimento Flexible

