



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de 0.57 kilómetros de pavimento rígido mediante el método PCI de la avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Áncash – 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Doig Sánchez, Jessica Karina (ORCID: 0000-0001-8996-5236)

**ASESORA:**

Mg. Poma Gonzales, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**HUARAZ – PERÚ**

**2020**

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de investigación a Dios, a mis padres y a mis hijas, quienes fueron fuente principal de mis logros.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por estar siempre conmigo en cada peldaño de mi vida, cuidándome y fortaleciéndome en todos los aspectos; y a mis padres, quienes a lo largo han velado por mi educación y bienestar con mucho afecto.

## Índice de Contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenido .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo, unidad de análisis. ....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	16
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Métodos de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS .....	19
V. DISCUSIÓN .....	28
VI. CONCLUSIONES.....	32
VII. RECOMENDACIONES .....	35
REFERENCIAS .....	36
ANEXOS.....	41

Anexo 01. Instrumento de recolección de datos .....	41
Anexo 02. Mapa 01. Ubicación .....	42
Anexo 03. Plano 01. Plano de tramos .....	43
Anexo 04. Imágenes de curvas para pavimentos de concreto .....	44
Anexo 05. Declaratoria de Originalidad del Autor. ....	47
Anexo 06. Declaratoria de Autenticidad del Asesor. ....	48
Anexo 07. Acta de Sustentación de Tesis. ....	49
Anexo 08. Autorización de Publicación en Repositorio Institucional. ....	50

## **Índice de tablas**

Tabla 1: “Evaluación de 0.57 kilómetros de Pavimento Rígido mediante el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash - 2019” .....	14
Tabla 2: Conclusión del tramo 01 y tramo 02 .....	33

## **Índice de figuras**

Figura 1: Hoja de inspección de condiciones para la unidad de muestra.....	22
Figura 2: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.....	23
Figura 3: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.....	25
Figura 4: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.....	26

## Resumen

El objetivo principal consistió en conocer el estado de conservación del pavimento rígido de 0.57 km de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash, que consta de 2 tramos evaluadas a través del método Índice de Condición de Pavimento (PCI), el cual es un componente vital en el sistema de mantenimiento de una vía, y si esta evaluación es continua sirve como base para mejoras en el diseño de pistas. Esta Investigación se comenzó con la recopilación de datos empleando las hojas de inspección de campo del método PCI, donde se registraron los datos de la inspección visual como: tipos de fallas, nivel de severidad y la densidad, adjuntando datos generales de la calle y datos del evaluador, así como nombre, antigüedad y las dimensiones de los paños de las pistas, se procesan los datos, calculando los VR (Valor de Reducción individual) y los VRT (Valor de Reducción Total) empleando ábacos, y finalmente determinando el PCI de cada una de las calles y su clasificación correspondiente. Se continuó con el cálculo del objetivo principal, teniendo un PCI promedio de 25 %, resultando una clasificación del estado del pavimento rígido de MALO. El TRAMO I (Av. Atusarúa hasta el Jr. Diego Ferrer) la patología más presente es el daño de sello de junta y presenta un PCI de 10%, MUY MALO. En el TRAMO II (Jr. Diego Ferrer - Av. Antonio Raimondi) la patología más presente son las grietas lineales y presentan un PCI de 40%, REGULAR. Estos resultados indican que el pavimento rígido debe ser mantenidas urgentemente.

**Palabras clave:** *pavimento, patologías, PCI.*

## **Abstract**

The main objective is to know the state of conservation of the 0.57 km rigid pavement of Avenida Confraternidad Internacional Este in the Province of Huaraz - Áncash, which consists of 2 sections evaluated using the Pavement Condition Index (PCI) method, the which is a vital component in the maintenance system of a road, and if this evaluation is continuous it serves as a basis for improvements in the design of tracks. This investigation began with the collection of data using the inspection sheets of the field of the PCI method, where the data of the visual inspection such as: types of faults, level of severity and density are recorded, attaching general data from the street and data from the evaluator, as well as the name, age and dimensions of the track cloths, processing the data, calculating the VR (Individual Reduction Value) and the VRT (Total Reduction Value) using abacuses, and finally determining the PCI of each one of the streets and their corresponding classification. According to the calculation of the main objective, having an average PCI of 25%, resulting in a classification of the state of the MALO rigid pavement. SECTION I (Av. Would Attune up to Jr. Diego Ferrer) the most current pathology is the damage of the seal of the joint and presents a PCI of 10%, VERY BAD. In SECTION II (Jr. Diego Ferrer - Av. Antonio Raimondi) the most common pathology is linear complaints and they have a PCI of \$ 40, REGULAR. These results indicate that the rigid pavement must be urgently maintained.

**Keywords:** *pavement, pathologies, PCI.*



## **I. INTRODUCCIÓN**

ASOCEM (2016) sostiene que, la ingeniería vial actualmente ofrece un acceso al transporte sostenible y competitivo a la población, todo esto debido a los avances de la tecnología y la constante investigación en el aspecto vial, el cual ha ido avanzando a grandes pasos con la finalidad de integrar a los centros urbanos y rurales.

El avance en el aspecto vial se puede apreciar visualizando las diversas infraestructuras construidas a nivel nacional, tales como caminos vecinales, carreteras nuevas y apertura de trochas.

Sin embargo, el dinero recaudado para el mantenimiento y desarrollo de infraestructura vial, así como los servicios públicos no han sido siempre las mejores, podemos percibir todo esto con un inventario de las carreteras en mal estado y los pavimentos tanto rígidos como flexibles los cuales se encuentran en pésimas condiciones.

Si realizamos una inspección ocular de nuestras infraestructuras viales para conocer el estado actual de las mismas, nos podemos dar cuenta de que existe un bajo porcentaje de vías pavimentadas en función al total, por lo tanto, es necesario pensar en las responsabilidades por parte del gobierno y la adecuada gestión para el pavimento de estas vías puesto que se requiere que la infraestructura vial sea eficiente, económico, confiable y sostenible.

En la ciudad de Huaraz, es usual ver pavimentos olvidados y abandonados después de ser construidos. Al recorrer las avenidas de nuestra ciudad de Huaraz nos damos cuenta que los pavimentos presentan deterioro, y las autoridades no hacen algo al respecto; y si lo hacen, mandan la ejecución de reparación de los pavimentos sin ningún tipo de criterio técnico, o en el peor de los casos, el trabajo de reparación se abandona quedando inconcluso, esto origina un deterioro más rápido debido al tránsito constante de vehículos y por la presencia de las precipitaciones. Así mismo se puede manifestar que los proyectos de pavimentación en la ciudad de Huaraz no cuentan con un plan de mantenimiento, ya que se puede observar cuando se recorre la ciudad y se puede ver deterioros que no son reparados, más bien se deja que el pavimento continúe deteriorándose. La falta de mantenimiento de las alcantarillas

ocasiona fallas del sistema de agua y desagüe debido a las precipitaciones. Al colapsar las tuberías de los drenajes los pavimentos sufren fallas, ya que el sistema de alcantarillado se localiza por debajo de los pavimentos y cuando se rompen el agua se infiltra por la base y subbase de los pavimentos ocasionando el debilitamiento de estas y por consecuencia su hundimiento y deterioro.

Los deterioros de las carreteras están comenzando inmediatamente desde la inauguración del tráfico rodado, estas acciones al principio son mucho más pausadas desde un "período de tiempo", esta rapidez de acción a tasas más rápidas. Muchos estudios describen el deterioro del camino hasta un límite en el que se puede alcanzar el 60% del camino en esta fase, el funcionamiento del pavimento falla en 20 años, pero el sistema de mantenimiento de gestión del pavimento (PMMS) se logró, por lo tanto, el estado del camino se extendió significativamente el presupuesto de reconstrucción y mantenimiento. Muchas investigaciones muestran que el costo de mantenimiento, el cual es un estado extremadamente pobre, es de 4 a 5 veces mayor que si el camino es compatible cuando está en estado de mezcla. Por lo tanto, la eficiencia de un sistema de mantenimiento efectivo reducirá el costo de mantenimiento. Debido al mantenimiento que puede ser necesario, la tasa de PCI se basa en el valor de PCI, que debería ser una alternativa sugerida al mantenimiento del pavimento. (HAFIZYAR, 2018)

Hoy en día, a menudo se encuentra daño a la infraestructura vial, tanto carreteras locales como arteriales. La condición de Por supuesto, también perturbará la conveniencia y pondrá en peligro el usuario de la carretera. Técnicamente, el daño del camino indica una situación. donde las carreteras estructurales y funcionales no pueden Brindar un servicio óptimo al tráfico que cruza la carretera. En general, el rendimiento funcional de la ruta puede ser determinado por 2 (dos) formas, es decir, objetivamente y subjetivamente. Objetivamente, el rendimiento del pavimento es obtenido de una medición usando la medición de rugosidad instrumento, mientras que de manera subjetiva se basa en la observación de varios expertos directamente en el campo. (PSALMEN, 2019)

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se formuló la siguiente pregunta: ¿En qué estado de conservación, según el Pavement Condition Index (PCI), se encontrará 0,57 kilómetros del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz - Áncash- 2019?

Por otro lado, el trabajo se justificó porque el estado actual de los pavimentos en la localidad de Huaraz genera problemas de tránsito y en el drenaje de agua pluvial a las alcantarillas pues producen encharcamiento. Además, los vehículos se ven afectados mecánicamente. En ese sentido, es importante hacer estudio sobre índice de condición del pavimento (PCI) es aceptada internacionalmente y validada por varios países para la evaluación de patologías y daños de los pavimentos. Por lo tanto, el trabajo de investigación realizado por Jessica Doig Sánchez consistió en conocer el estado del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz, utilizando el método de Índice de condición del pavimento (PCI), puesto que muchas ya han cumplido su vida útil.

Justificación teórica: Las informaciones teóricas actualizadas permitieron que en la investigación se tenga un buen sustento para la evaluación del pavimento pues se cuentan con normas internacionales que avalan el uso de la misma.

Justificación practica: Las investigaciones realizadas con el método reflejaron la realidad en campo de los pavimentos así mismo se presentaron fotografías anexadas el cual corrobora el estado actual del pavimento del tramo en estudio.

Justificación metodológica: Los instrumentos, técnicas y estrategias ayudaron a recabar las informaciones y por ende tomar algunas decisiones luego de la evaluación del pavimento, así mismo con el estudio a realizar se pretendió dar a conocer algunos alcances sobre las causas de las fallas. La hipótesis planteada es que 0.57 kilómetros del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz, presenta un estado de conservación malo según el Pavement Condition Index (PCI).

El objetivo general del trabajo de investigación fue evaluar los 0.57 kilómetros del Pavimento Rígido mediante el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash - 2019. Así mismo, se planteó como objetivos específicos de esta investigación, (a) Reconocer las patologías que se presenta a lo largo del tramo en estudio tomando en cuenta el procesamiento estandarizado del Pavement Condition Index (PCI), (b) calcular el índice de condición con el método del Pavement Condition Index (PCI) para obtener el estado de conservación de los 0.57 kilómetros del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz y por ultimo (c) evaluar si los 0.57 kilómetros de pavimento cumple con los estándares mínimos de servicio. El PCI nos permitió calificar el estado del pavimento siguiendo los siguientes parámetros: de 100 - 85 Excelente, 85-70 Muy bueno, 70-55 Bueno, 55-40 Regular, 40-25 Malo, 25-10 Muy Malo y 10-0 Fallado.

El presente trabajo de investigación empleó la metodología: Tipo aplicada y a su vez tuvo un enfoque cuantitativo, puesto que se utilizaron conocimientos ya adquiridos en la práctica, así mismo es de nivel descriptivo simple, por lo que únicamente se buscó recoger información de forma independiente sobre las variables planteadas; Según el diseño de Investigación fue seleccionado de carácter no experimental, pues no se controlaron ni se manipularon las variables consideradas en estudio; a su vez es de corte transversal pues la totalidad de los datos requeridos para la elaboración de la investigación fueron levantados en un determinado momento dado y con una misma variable de trabajo

## II. MARCO TEÓRICO

Msallam, Shareef, Assi (2014) mencionan que en la actualidad se presentan numerosas fallas en el pavimento rígido y carecen de mantenimiento de parte de las autoridades. Esta situación perjudica el crecimiento comercial entre dos regiones, ciudades, etc. Por otra parte, según Miranda (2010) Chile presenta problemas de rotura, asentamiento, desprendimiento, etc., de los pavimentos ocasionando un malestar hacia los conductores, peatones del país, y la falta de preocupación para la rehabilitación y/o mantenimiento de las autoridades es preocupante.

Tenemos trabajos relacionados al tema, a nivel internacional a Puga (2018), quien en su trabajo de investigación titulado “Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)”, tuvo como objetivo analizar el pavimento rígido de la avenida Loja (Tramo avenida las Américas - avenida 10 de agosto) utilizando el PCI; concluyendo que el primer tramo presenta un estado de conservación entre excelente y bueno, porque muestra fallas con severidad baja y media; mientras que el segundo tramo muestra fallas de alta severidad, presentando una condición de conservación entre regular y muy pobre; y por último el tercer tramo exhibe fallas con severidad media con una calificación de conservación muy bueno y regular.

A nivel Nacional. Dávila, Huangal y Salazar (2017), en su tesis de investigación realizado en el Distrito José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo el 2016, su objetivo es verificar las condiciones en el que está el pavimento rígido de la vía Canal de la av. Chiclayo a través del PCI. Concluyendo que el 83% de la vía presenta un mal estado, por lo que es necesario su rehabilitación inmediata.

Además, Asenjo (2017), en su tesis de investigación titulado “Evaluación del Estado del Pavimento Rígido en la Avenida Mariscal Castilla, Mediante la Metodología del PCI - Jaén 2016”, su objetivo es obtener una verificación del estado del pavimento rígido de la avenida Mariscal Castilla utilizando el PCI, además determinar las fallas y las causas. Concluyendo finalmente que el primer tramo presenta un PCI de 42.44%, se clasificó como pavimento regular, el segundo tramo evaluado presento un PCI de 64.95%, presentando el pavimento una conservación buena. Dentro de las fallas más relevantes que se

encontraron fueron gritas de las esquinas, losa divididas y parcheo grande debido a las malas prácticas de compactación del afirmado en el momento de su construcción, además por las condiciones del suelo, materiales de mala calidad utilizados, los factores climáticos, deficiente sistema pluvial y tránsito de vehículos de exceden su capacidad de resistencia.

Así mismo, Granda (2019), en su tesis de investigación realizado en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca, Yanacancha, Pasco el 2018, su objetivo general es tener una evaluación del estado del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha. Habiendo aplicado la Metodología PCI, 32% fue el índice de condición, este resultado nos muestra que su condición de conservación es MALO.

Por otro lado, Campos (2017), en su tesis de investigación realizado en la carretera CP. Huambocancha Baja- CP. El Batán, provincia de Cajamarca el 2015, presenta como objetivo principal evaluar el estado del pavimento Rígido según el PCI; concluyendo finalmente que el pavimento presenta una conservación denominada regular, con un PCI ponderado de 47.15%.

Aguilera (2017), en su tesis de investigación realizado en la Avenida Don Bosco, Cuadras vigésimo octavo, vigésimo noveno, 30 y 31 del asentamiento humano. Santa Rosa, Distrito 26 de octubre, en Piura el 2017, presenta como objetivo general obtener las patologías existentes utilizando el método PCI; finalmente se obtuvo que las patologías más frecuentes presentes en los pavimentos son pulimiento de agregados, piel de cocodrilo, huecos, exudación, desprendimiento de agregados y depresión, se obtuvo también un PCI ponderado de 42.33% indicando que la condición de conservación de los pavimentos es regular.

Además, Sánchez (2017), en su tesis de investigación titulado “Evaluación del Estado de conservación del Pavimento de la avenida Ramón Castilla, Chulucanas, Mediante el Método Pavement Condition Index (PCI)”, el cual tuvo como objetivo evaluar la conservación del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla utilizando el PCI. Concluyo que en los tramos 1 el estado de conservación es malo con un índice de conservación de 34.4%, el tramo 2 registra un estado de muy bueno con un PCI de 78.3%, el tramo 3 tiene un

índice de conservación de 32.4% por lo que el estado de conservación es malo, el tramo 4 presenta un índice de conservación de 24.8% presentado un estado muy malo y finalmente el tramo 5 presenta un estado muy bueno con un PCI de 81.7%. Por lo tanto, se puede afirmar que los tramos 2 y 5 están en muy buena condición para el tránsito vehicular y los tramos 1,3 y 4 necesitan ser reparados.

A nivel local. Vásquez (2016), en su tesis de investigación realizado en el Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash el 2016, tienen como objetivo verificar la condición de las pistas de las calles de las cinco calles de la pista del sector Yanachaca a través del PCI. Se obtuvieron en las cinco calles un PCI de 65.60%. Este valor nos muestra que las cinco calles de la pista del barrio Yanachaca tiene un estado de conservación Bueno.

Rodríguez (2016), en su tesis de investigación realizado en el Distrito de Carhuaz, Provincia de Carhuaz, Ancash el 2015, tiene como objetivo es conocer el estado de las 5 calles de la pista del barrio el Triunfo, utilizando PCI. concluyendo finalmente que el PCI promedio del barrio el triunfo, resulto 45.20%, este valor muestra un estado de conservación Regular.

Las teorías relacionadas respecto a pavimentos refieren que las mismas son estructuras conformadas por un conjunto de capas conocidas como base, subbase y una capa superior llamada carpeta de rodadura. La función del pavimento es la de transferir y distribuir las cargas de los vehículos el cual es diseñado para un periodo previamente establecido. Se deben colocar los materiales más resistentes o de mayor resiliencia a las cargas en la parte superior pues los esfuerzos irán disminuyendo a mayor profundidad, por ende, el pavimento es diseñado para proteger el suelo. (Bachar, 2009)

AASHTO (1993) sostiene que, de acuerdo a la ingeniería el pavimento es una estructura que tiene toda su estructura apoyada sobre el terreno en el cual se construye el cual también es conocido como subrasante. Dicha capa deberá ser proyectada para resistir un sistema de capas de distintas alturas, más conocido como paquete estructural, se proyectará a su vez para resistir las cargas no internas por un tiempo determinado. Por otro lado, se encuentra el criterio del usuario, quien menciona la estructura es diseñada para brindar

comodidad y seguridad cuando sea usado para el desplazamiento dando así un servicio óptimo. Para Chang (2005), el pavimento es una estructura que se encuentra sometida a pesos las cuales producen deformaciones y esfuerzos internos. El tipo de pavimento estará en función al empleo que se la dará y las cargas que soportará durante el tiempo de vida útil para el cual fue diseñado.

El pavimento debe cumplir las características siguientes: Debe soportar las cargas debidas al tránsito como la acción de las mismas, debe resistir agentes de intemperismo, debe tener una superficie adaptable a la rapidez de tránsito de los vehículos, no debe tener irregularidades superficiales, debe durar para ser durable, de bajo costo y tiene que haber un tránsito seguro.

Por otro lado, Sharifi (2019), afirma que, los pavimentos rígidos se componen de capas de concreto hidráulico o cemento Portland el cual en algunos casos presenta una armadura de acero, generando un mayor costo que el otro tipo de pavimento, el tiempo de servicio útil varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento no es muy frecuente pues en la mayoría de los casos solo se realiza en las juntas de dilatación entre paños. Además, la evaluación del pavimento es la descripción del estado actual del mismo. De esta forma se podrá escoger algunos métodos adecuados para conservar y mantener, con lo cual se buscará alargar el periodo de servicio de la estructura, de igual manera es muy importante realizar un diagnóstico que sea objetivo de acuerdo al lugar de estudio.

A pesar que existen diversas metodologías para el estudio del estado del pavimento, estos aún no se han considerado para dar alguna salida en cuanto a mantenimiento de los pavimentos se refiere, además si se tiene en cuenta el análisis con cualquier tipo de método existente el resultado de mantenimiento o rehabilitación es económicamente viable y funcional, estos métodos nos ayudan a identificar a tiempo daños presentes. (Leguía, 2016)

Pavimentos es el PCI, desarrollado por USA-CERL. PCI es un índice compuesto de la integridad estructural del pavimento y condición de uso. El PCI de un pavimento se determina a partir de una encuesta detallada que mide la gravedad y cantidad de la condición del pavimento para producir un índice numérico que varía de 0 a 100, con 100 siendo excelente. (Butt, 1981)



El Índice de Condición del Pavimento (PCI, en inglés) es la metodología de mayor amplitud para evaluar y clasificar de forma objetiva de los pavimentos ya sean estructuras rígidas o flexibles. La metodología es de fácil aplicación y no es necesario contar con dispositivos o equipos especializados. (Vásquez, 2002)

El PCI se calcula en función de los problemas observados durante las encuestas de estado (inspecciones). Esta información se utiliza para determinar los valores de deducción adecuados y para calcular los valores PCI de la sección del pavimento. El historial de PCI de una sección de pavimento puede ayudar a establecer su tasa de deterioro e identificar futuras necesidades de rehabilitación importantes. Los valores de PCI también se usan para priorizar, financiar y ejecutar Mantenimiento y Rehabilitación (M&R) en la sección de pavimento. FAA PAVEAIR calcula el PCI siguiendo los procedimientos definidos en "Método de prueba estándar ASTM D5340 para encuestas de índice de condición de pavimento de aeropuerto" y "Práctica estándar de ASTM D6433 para encuestas de índice de condición de pavimento de caminos y estacionamientos". (FAA PAVEAIR, 2019)

CAG (2016) menciona que, el índice de condición del pavimento (PCI) es un indicador numérico que califica la condición general de la superficie de un pavimento o carretera. Es una medida estadística que requiere inspección manual / visual y estudio de las carreteras requeridas, y fue desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. ASTM International (una organización de estándares globales que desarrolla y publica estándares de consenso voluntario para una gran cantidad de servicios, productos y sistemas) estandarizó los procesos de topografía PCI para carreteras y pavimentos de aeropuertos. Utiliza puntos de referencia verbales que varían de "fallido" a "excelente" como funciones de la calificación cuantitativa asignada a las carreteras.

Este método es muy simple, fácil y económico. uno para encontrar la condición actual de los pavimentos y para identificar el mantenimiento y rehabilitación necesariamente. PCI es un proceso de evaluación que se determina de acuerdo con los procedimientos contenidos en ASTM D 5340 y se adopta en todo el mundo para medir la condición de los pavimentos considerando los

parámetros funcionales con la importancia del desempeño estructural. (BOYAPATI, 2015)

El análisis de los pavimentos es de suma importancia, pues esto nos permite tener el estado de conservación, y de este modo realizar el plan de mantenimiento oportuno, con esto se podrá cumplir el objetivo de prestar un servicio de transitividad óptima al usuario. Si ésta se realizara constantemente podríamos predecir el tiempo de vida o servicio de una vía o proyecto. El análisis de los pavimentos, también permitirá optimizar los costos de mantenimiento. (Baladi, 1991)

La evaluación de la adherencia forma parte de una de las características superficiales de los pavimentos la cual nos dará a conocer la seguridad con la que cuenta el conductor en el momento de manejar sobre el pavimento a su vez nos permite reconocer cuál será la distancia necesaria de frenado, así mismo como mantener la trayectoria que desee el conductor del vehículo. (González, 2004)

Para realizar la evaluación estructural encontraremos dos métodos los cuales ya están establecidos y éstas son los ensayos destructivos y los no destructivos. Si se quiere realizar un ensayo de tipo destructivo será necesario hacer calicatas que nos permitirán conocer a detalle cada una de las capas del pavimento, así mismo se tomarán datos de densidad las cuáles serán tomadas en campo. Mediante este método conoceremos el estado actual del perfil del pavimento recabando información de cuyos materiales se hicieron uso para la elaboración del pavimento. Por otro lado, los ensayos no destructivos vienen a ser un método en el cual no es necesario la realización de calicatas sino solo las medidas de deflexiones el cuál es un instrumento de suma consideración en el diagnóstico no destructivo de las estructuras. (González, 2004)

El análisis superficial o funcional del pavimento, son evaluaciones ejecutadas con el propósito de obtener el estado de deterioro del pavimento y por consecuencia esto afecta al usuario. Tenemos una variedad de métodos y son de aplicación sencilla y no necesitan instrumentos complicados La observación in situ de las fallas es muy importante en la aplicación de este método así mismo es considerado una herramienta imprescindible. (Gutiérrez, 1994)

Evaluar un pavimento consta de dos fases las cuales son realizadas en campo y en gabinete realizando cálculos de acuerdo a la metodología seleccionada por el autor. En primer lugar, se debe inspeccionar de forma individual el tramo seleccionado por el encargado, luego, se registrarán los datos necesarios para el reconocimiento de dicho tramo, así como el nombre y número de sección. Será necesario medir el tamaño de la muestra el cuál puede ser dimensionado con un odómetro manual. Si las fallas tienen una supervisión, se debe tener en cuenta que será necesario cuantificar la severidad y luego registrarlas en la ficha técnica. (Karim, 2016)

La evaluación funcional de los pavimentos consistirá en la recolección de datos de carreteras relacionados con la severidad y extensión de la superficie. Área de agrietamiento y patrón, área de deshilachado, área de baches, profundidad de surco, resistencia al deslizamiento y rugosidad de la superficie de secciones de carreteras urbanas en servicio seleccionadas. (SHAH, 2013)

Las patológicas deben ser identificadas tomando en cuenta el tipo, la severidad de la patología, así mismo como la extensión. La clase, se refiere al tipo de degradación, tenemos: piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento, exudación etc., las patologías de indica en el manual de daños.

Se puede definir a la severidad como la criticidad del daño que presenta el pavimento tomando en cuenta la progresión de la misma; de acuerdo a esta característica se tomarán las medidas para su mantenimiento o corrección de ser necesario. Así mismo se tendrá en cuenta la valoración del usuario en cuanto a la comodidad del viaje se trate por ende se describirá un manual para determinar la calidad del tránsito en cuanto a severidad se trata: Bajo (L: Low): cuando el conductor siente algunas vibraciones en el vehículo (corrugaciones), sin embargo, no será necesario que el conductor reduzca la velocidad para tener mayor comodidad. Medio (M: Medium): en este caso será necesario reducir la velocidad para tener una mayor comodidad y seguridad al momento de conducir. Alto (H: High) las sacudidas son muy perceptibles y además de ello el conductor tendrá la necesidad de reducir la velocidad considerablemente para su mayor confort y su estabilidad.

Por último, se debe tener en cuenta la extensión pues es otro factor que nos permite calificar al pavimento, esto nos representará el tramo (longitud o área) deteriorada. en pavimentos de hormigón, esta calificación estará representada por la cantidad que se repite dicha falla. Para el análisis en campo, ya obtenidos las unidades de muestra, se evaluará cada unidad para determinar el tipo, severidad y cantidad de desperfectos acorde al patrón de evaluación y se registrará en la ficha del PCI, esto se realizará para cada unidad de evaluación. para registrar los daños en el formato de deberá tener en cuenta el procedimiento mencionado en el ítem de catálogo de fallas en pavimentos rígidos. (U.S. Army Engincer Research and Development Center, 2001).

Vásquez (2002) sostiene que existen 19 fallas propuestos por el PCI para el análisis del estado del pavimento, estos son: agrietamiento en bloque, piel de cocodrilo, exudación, corrugación, abultamiento y hundimiento, grieta de reflexión de bloque, grieta de borde, depresión, grietas longitudinales y transversales, parcheo, agregado pulido, baches o huecos entre otros.

Las grietas de deslizamiento son grietas en forma de media luna o media luna, generalmente transversales a la dirección de viaje. Se producen cuando el frenado o el giro de las ruedas hacen que la superficie del pavimento se deslice o deformar. Esta angustia generalmente ocurre en superposiciones cuando hay una mala unión entre la superficie y la siguiente capa de la estructura del pavimento. (MASOUD, 2012)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo aplicada y a su vez tuvo un enfoque cuantitativo, puesto que se utilizaron conocimientos ya adquiridos en la práctica, con el fin de resolver y responder mediante datos numéricos la problemática planteada en la presente investigación.

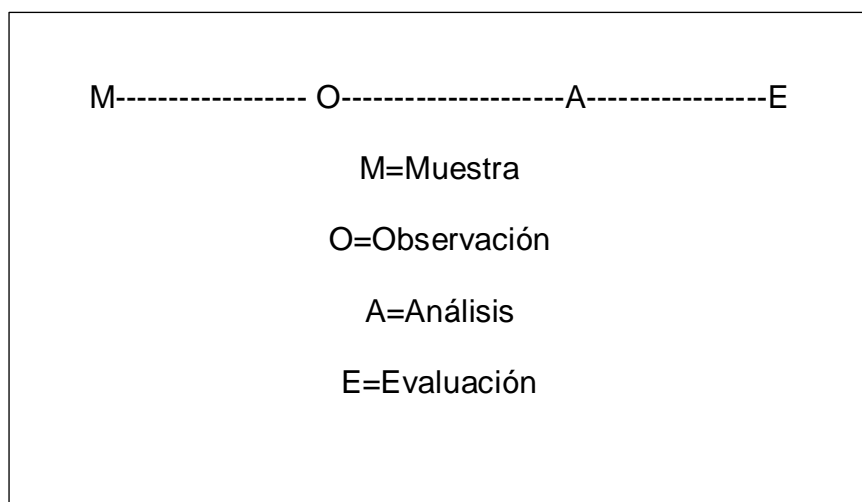
##### Nivel de investigación

Así mismo es de nivel descriptivo simple. En consecuencia, en el presente trabajo únicamente se buscó recoger información de forma independiente sobre las variables planteadas, es decir, no se buscó indicar la relación de éstas o explicar las causas y los efectos mediante un diagnóstico de las relaciones de las mismas.

##### Diseño de investigación

Según el diseño de Investigación, la investigación fue seleccionada de carácter no experimental, pues no se controlaron ni se manipularon las variables consideradas en estudio; a su vez es de corte transversal pues la totalidad de los datos requeridos para la elaboración de la investigación fueron levantados en un determinado momento dado y con una misma variable de trabajo.

##### Esquema del Diseño de Investigación



### 3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1: "Evaluación de 0.57 kilómetros de Pavimento Rígido mediante el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash - 2019"

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Evaluación del pavimento rígido	Estudia las características de los daños que puede contraer el pavimento. Así mismo los pavimentos pueden verse afectados en su estructura interna. (Rodríguez,2016)	Evaluación de agrietamiento	Blow up	De Razón
			Grieta de esquinas	
			Losa dividida	
			Grieta de durabilidad "D"	
			Grieta lineal	
			Desconchamiento, Mapa de grietas, Craquelado	
			Grietas de retracción	

		Evaluación de asentamiento, depresiones o abultamientos	Escala	
			Desnivel Carril/Berma	
			Cruce de vía férrea	
		Evaluación del desprendimiento y pulimiento	Sello de junta	
			Popouts	
			pulimiento de agregados	
			Bombeo	
		Evaluación de parcheo	parcheo (grande)	
			parcheo (pequeño)	
		Evaluación de roturas	Punzamiento	
			Descascaramiento de esquina	
			Descascaramiento de junta	

Fuente: *Elaboración propia*

### **3.3. Población (criterios de selección), muestra y muestreo, unidad de análisis.**

Para este estudio la población estuvo constituida por la totalidad de la longitud de la Avenida Confraternidad Internacional Este el cual cuenta con una extensión de 3.63km. La muestra estuvo constituida por 0.57 km de pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este (Ver Anexo 2). El muestreo fue no probabilístico-intencionado.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

La información fue recabada mediante la evaluación visual (**observación directa**), el cual fue considerado como la técnica de recolección de toda la información necesaria de la muestra en estudio. Es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular. Todo esto se hace sin necesidad de intervenir o alterar el ambiente en el que se desenvuelve el objeto. Así mismo fue imprescindible contar con los instrumentos adecuados para la toma de datos.

Como instrumento de recolección de datos se tuvo: La Ficha técnica o Formato del PCI en el cual se llenó en primer lugar el nombre de la calle en estudio, la fecha de levantamiento de información, el área medido en campo y el responsable del llenado de la ficha técnica. Luego de haber llenado los datos anteriormente mencionados se procedió a recorrer la vía realizando las anotaciones de las fallas.

#### **Valides y confiabilidad**

La confiabilidad y validación estuvo a cargo de tres ingenieros civiles de profesión así mismo cuentan con colegiatura vigente y habilidad para el ejercicio de la profesión; a su vez cuentan con la experiencia necesaria dentro de la línea de investigación en la que se realizó el presente trabajo cumpliendo con los parámetros que la escuela profesional establece. Así mismo se contó con un metodólogo.

- Ing. Gilmer Ronald Castillo Chavez
- Ing. Raúl Julian Guerrero Rodríguez
- Ing. Angel Augusto Romero Castillo



### **3.5. Procedimientos**

Se consideró 02 tramos para la evaluación del pavimento rígido, considerando como primer tramo la Av. Atusparia – El Jr. Diego Ferrer y como segundo tramo el Jr. Diego Ferrer – Antonio Raymondi. Asimismo, se tomaron los siguientes procedimientos para la anotación de las fallas:

- Se identificó el número de la falla visualizada en campo el cual se encuentra en la parte superior de la ficha técnica.
- Se llenó el área en cada tipo de falla visualizada con el nivel de severidad baja (L), mediana (M) o alta (H).
- Se obtuvo los totales de cada tipo de falla.
- Se calculó la densidad (%), cuyo valor será calculado mediante la división del metrado y el área total.
- Se calculó los valores de deducción, cuyos valores se obtendrán de los gráficos de deducción con la densidad calculada anteriormente. Así mismo, se obtendrá la suma total.
- Se calculó VDC
- Finalmente se calculó el PCI:  $PCI = 100 - VDC$

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

El plan de análisis adoptado, está comprendido de la siguiente manera:

- El análisis se realizó, teniendo el conocimiento general de la ubicación del área en estudio. Según los diferentes ejes y tramos proyectados en los planos para mejor evaluación.
- La evaluación se hizo de manera general, tanto la parte interna como la parte externa de todo el pavimento, determinando los diferentes tipos de patologías que existen y según ello la elaboración de los cuadros de evaluación.
- Procedimiento de recopilación de información de campo, mediante mediciones para obtener cuadros informativos de tipos de patologías mediante la ayuda del software Excel.
- Cuadros de ámbito de la investigación.

- Prueba de hipótesis de acuerdo a los resultados obtenidos.

### **3.7. Aspectos éticos**

El trabajo fue realizado dentro de la normativa vigente establecida por la Universidad César Vallejo y la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, asimismo estuvo sujeto al reglamento y ética profesional. Con esto se aseguraron resultados confiables y favorables. Por otro lado, se consultaron investigaciones relacionadas al tema con otros escenarios los cuales sirvieron para afianzar la metodología empleada.

#### **IV. RESULTADOS**

##### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los 0.57 kilómetros del Pavimento Rígido mediante el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash – 2019.

(a) Reconocer las patologías que se presenta a lo largo del tramo en estudio tomando en cuenta el procesamiento estandarizado del Pavement Condition Index (PCI),

Se idéntico las patologías existentes en el TRAMO I y en el TRAMO II a través de la visualización en campo “In Situ” para lo cual se utilizó la FICHA TÉCNICA o HOJA DE INSPECCIÓN y el MANUAL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS preparado por el Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela realizado en el 2002. Especialista en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia. Por lo tanto, para cada tramo se reconoció los siguientes tipos de fallas:

En el TRAMO I se pudo reconocer que el pavimento rígido presenta los siguientes tipos de fallas: GRITA DE ESQUINA, GRIETAS LINEALES, PULIMIENTO DE AGREGADOS, DESCASCARAMIENTO DE JUNTA, PUNZONAMIENTO, PARCHEO PEQUEÑO Y DAÑO DE SELLO DE JUNTAS. Mientras que en el TRAMO II del pavimento rígido se reconocieron los siguientes tipos de fallas: GRIETA DE ESQUINA, LOSA DIVIDIDA, DESCASCARAMIENTO DE JUNTA, DAÑO DE SELLO DE JUNTAS y GRIETAS LINEALES.

(b) Calcular el índice de condición con el método del Pavement Condition Index (PCI) para obtener el estado de conservación de los 0.57 kilómetros del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz

El cálculo del PCI se realizó por tramos. En el presente estudio, al pavimento rígido de 0.57 km de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz – Áncash, se le dividió en dos tramos. El primer tramo

correspondió desde la Av. Atusarúa hasta el Jr. Diego Ferrer. El segundo tramo correspondió desde el Jr. Diego Ferrer hasta la Av. Antonio Raimondi.

TRAMIO I:

El primer tramo está conformado por 116 losas, en los cuales se identificaron las siguientes patologías:

- 40 losas con presencia de grieta de esquina de severidad alta
- 30 losas con presencia de grieta lineales de severidad alta
- 70 losas con presencia de pulimiento de agregados de severidad media
- 50 losas con presencia de descascaramiento de junta de severidad media
- 20 losas con presencia de punzamiento de severidad alta
- 15 losas con presencia de parcheo pequeño de severidad media
- 80 losas con presencia de daño de sello de junta de severidad alta

Después del identificado de las patologías, se determinó la densidad con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{\#losas con patologías}}{\text{total losas}} * 100 \dots \text{Ec. 1}$$

Teniendo para la grieta de esquina una densidad:

$$\text{Densidad} = \frac{40}{116} * 100 = 34.48\%$$

Siguiendo el mismo procedimiento, se tiene la densidad de la grieta lineales de 25.86%, pulimiento de agregados de 60.34%, descascaramiento de junta de 43.10%, punzamiento de 17.24%, parcheo pequeño de 12.93% y daño de sello de junta de 68.97%, los cuales se muestran la Hoja de inspección.

Posteriormente, se determinó el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas "Valor Deducido del Daño" presentado por Vásquez (2002) en el manual PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS, adjunto en ANEXOS. Los valores deducidos se muestran en la Hoja de inspección.

Luego se procedió al cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, realizando las iteraciones hasta que  $q$  sea igual a 1, como se muestra en la Hoja de inspección, teniendo un Máximo Valor Deducido Corregido de 90.

Finalmente, usando la siguiente ecuación, se tiene:

$$PCI = 100 - \text{Máximo Valor Deducido Corregido} \dots \text{Ec. 2}$$

$PCI = 100 - 90 = 10$ , calificando el pavimento de muy malo, como se presenta en la Hoja de inspección.

TRAMO II:

El segundo tramo está conformado por 294 losas, en los cuales se identificaron las siguientes patologías:

- 58 losas con presencia de grietas de esquina
- 39 losas con presencia de losas divididas
- 23 losas con presencia de descascaramiento de junta
- 33 losas con presencia de daño de sello de junta
- 67 losas con grietas lineales.

Todas las losas presentaron fallas de severidad media.

Siguiendo el mismo procedimiento anterior para calcular la densidad de cada patología se tiene:

La densidad de grietas de esquina es de 19.73%, de losas divididas es 13.27%, de descascaramiento de junta 7.82%, de daño de sello de junta 11.22%, de grietas lineales 22.79%, como se tiene en la hoja de inspección.

Posteriormente, se determinó el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” presentado por Vásquez (2002), adjunto en ANEXOS. Los valores deducidos se muestran en la Hoja de inspección.

Asimismo, siguiendo el mismo procedimiento de determinación del “Máximo Valor Deducido Corregido”, se tiene su valor de 60, como se muestra en la Hoja de inspección. Finalmente, usando la Ec. 2, se tiene un PCI de 40, calificando el pavimento de regular, como se muestra en la hoja de inspección.



Figura 2: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra

### HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

DIRECCIÓN	AV. CONSTRUCCIÓN INTERNACIONAL EIR TRINIDAD, CALIFORNIA - (R. ORO FERRIS)	MUESTRA	PAVIMENTO ASFALTO
TIPO DE USUARIO	VEHICULAR	NÚMERO DE PAÍSES	131 <span style="margin-left: 20px;">TOTAL ÁREA</span> <span style="margin-left: 20px;">TOTAL</span>
ORIENTACIÓN	NORTE-SUR	FECHA	may-20
DISTRICTO	PLAZA	PROVINCIA	PLAZA
		DEPARTAMENTO	JACÓN
		INSTRUMENTOS	ESCALA DE 0-10 CM
ESTADÍSTICO	ESCALA DE 0-10 CM	DIMENSIONES DEL PAÍS	1 x 1 x 1 <span style="margin-left: 20px;">ÁREA DEL PAÍS</span> 1.00

**DETERMINACIÓN DEL NÚMERO MÁXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)**  

$$m = 1.00 + (9/98) * (100 - VAR)$$

m = 5.126

Donde:  
m = Máximo permitido de fallas incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).  
VAR = Valor individual VAR al todo VAR

#	VALOR DE REDUCCIÓN								TOTAL	q	VPC
	54	44	32	14	8	8	8	8			
1	54	44	32	14	8	8	8	8	204	1	94
2	54	15	10	8	5	5	5	5	100	2	70
3	54	10	5	8	5	5	5	5	80	3	80

<p style="text-align: center;">Cuadro 1. <b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Calificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100 - 85</td><td>Excepcional</td></tr> <tr><td>85 - 70</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>70 - 55</td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>55 - 40</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>40 - 25</td><td>Malo</td></tr> <tr><td>25 - 10</td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>10 - 0</td><td>Fallado</td></tr> </tbody> </table>	Rango	Calificación	100 - 85	Excepcional	85 - 70	Muy Bueno	70 - 55	Bueno	55 - 40	Regular	40 - 25	Malo	25 - 10	Muy Malo	10 - 0	Fallado	<p>MÁXIMO VPC = 100</p> <p>PCI = 100 - MÁXIMO VPC</p> <p>PCI = 10</p> <p>CLASIFICACIÓN = MUY MALO</p>
Rango	Calificación																
100 - 85	Excepcional																
85 - 70	Muy Bueno																
70 - 55	Bueno																
55 - 40	Regular																
40 - 25	Malo																
25 - 10	Muy Malo																
10 - 0	Fallado																

Fuente: Manual PCI – ingepaV 89, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfáltico y Concreto en Carreteras – Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela – Manizales 2002.

Los resultados obtenidos del primer tramo son los siguientes: se analizó un total de 116 paños cada uno con dimensión de 3.00 x 3.00 m, haciendo un total de 1044 m<sup>2</sup>, de lo cual se encontraron como datos predominantes, 80 paños con daño de sello de juntas con severidad alta, 70 paños con pulimiento de agregados con severidad media, 50 paños con descascaramiento de juntas con severidad media, 40 paños con grietas de esquina con severidad alta, 30 paños con grietas lineales con severidad alta, 20 paños con punzamiento con severidad alta y 15 paños con parcheo pequeño con severidad media.

Este tramo presenta un **PCI (*Pavement Condition Index*) de 10**, resultando que el pavimento rigidito presenta una **condición MUY MALA** según el cuadro de rangos de clasificación del PCI preparado por el Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela realizado en el 2002. Especialista en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia en el MANUAL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS.

TRAMO II (Jr. Diego Ferrer - Av. Antonio Raimondi)



Figura 3: Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA									
DIRECCIÓN: AV. COMPAÑERISMO 8 TERNACORUA ESTE TRUJILLO (B. DEL DOÑO REBER - AV. BUENOS DIAS)					MUESTRA: PAVIMENTO ASFÁLTICO				
NIVEL DE USO: SECCIONAL			NÚMERO DE PAÍSOS: 200		TOTAL ÁREA: 2500				
ORIENTACIÓN: N-075-E-08			FECHA: mayo 20						
DISEÑO: FLEJADO		PROYECTA: FLEJADO		DEPARTAMENTO: JACUPO		ELEVACION: 2500			
ENCARGADO: WILSON GONZALEZ			DIMENSIONES DEL PAÍS: 2 x 2 x 2			ÁREA DEL PAÍS: 2500			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI - Pavement Condition Index)					DIAGRAMA DE BUCLES				
TIPO DE FALLA									
20	ELONGACIONES	30	FUELLADO DE SUPERFICIE	40	AGRIETAS	50	AGRIETAS	60	AGRIETAS
22	AGRIETAS DE FONDO	32	POQUETS	42	AGRIETAS	52	AGRIETAS	62	AGRIETAS
23	LOZANONES	33	BOMBEO	43	AGRIETAS	53	AGRIETAS	63	AGRIETAS
24	AGRIETAS DE SUPERFICIE "W"	34	FUJOS	44	AGRIETAS	54	AGRIETAS	64	AGRIETAS
25	ESCALA	35	CRUCE DE VAL PERREA	45	AGRIETAS	55	AGRIETAS	65	AGRIETAS
26	DAÑO DE BILLO DE BARRA	36	MANO DE OBRERO / OBREROS	46	AGRIETAS	56	AGRIETAS	66	AGRIETAS
27	DEFORM. CARRETERAL	37	AGRIETAS DE RECALZON	47	AGRIETAS	57	AGRIETAS	67	AGRIETAS
28	AGRIETAS ENRISES	38	DESCARRIAMIENTO DE ESCALERA	48	AGRIETAS	58	AGRIETAS	68	AGRIETAS
29	PUNZADO GRANDE	39	DESCARRIAMIENTO DE VENTA	49	AGRIETAS	59	AGRIETAS	69	AGRIETAS
30	PUNZADO PEQUEÑO			50	AGRIETAS	60	AGRIETAS	70	AGRIETAS
				60	AGRIETAS	70	AGRIETAS	80	AGRIETAS
				70	AGRIETAS	80	AGRIETAS	90	AGRIETAS
				80	AGRIETAS	90	AGRIETAS	100	AGRIETAS
				90	AGRIETAS	100	AGRIETAS	110	AGRIETAS
				100	AGRIETAS	110	AGRIETAS	120	AGRIETAS
				110	AGRIETAS	120	AGRIETAS	130	AGRIETAS
				120	AGRIETAS	130	AGRIETAS	140	AGRIETAS
				130	AGRIETAS	140	AGRIETAS	150	AGRIETAS
				140	AGRIETAS	150	AGRIETAS	160	AGRIETAS
				150	AGRIETAS	160	AGRIETAS	170	AGRIETAS
				160	AGRIETAS	170	AGRIETAS	180	AGRIETAS
				170	AGRIETAS	180	AGRIETAS	190	AGRIETAS
				180	AGRIETAS	190	AGRIETAS	200	AGRIETAS
				190	AGRIETAS	200	AGRIETAS	210	AGRIETAS
				200	AGRIETAS	210	AGRIETAS	220	AGRIETAS
				210	AGRIETAS	220	AGRIETAS	230	AGRIETAS
				220	AGRIETAS	230	AGRIETAS	240	AGRIETAS
				230	AGRIETAS	240	AGRIETAS	250	AGRIETAS
				240	AGRIETAS	250	AGRIETAS	260	AGRIETAS
				250	AGRIETAS	260	AGRIETAS	270	AGRIETAS
				260	AGRIETAS	270	AGRIETAS	280	AGRIETAS
				270	AGRIETAS	280	AGRIETAS	290	AGRIETAS
				280	AGRIETAS	290	AGRIETAS	300	AGRIETAS
				290	AGRIETAS	300	AGRIETAS	310	AGRIETAS
				300	AGRIETAS	310	AGRIETAS	320	AGRIETAS
				310	AGRIETAS	320	AGRIETAS	330	AGRIETAS
				320	AGRIETAS	330	AGRIETAS	340	AGRIETAS
				330	AGRIETAS	340	AGRIETAS	350	AGRIETAS
				340	AGRIETAS	350	AGRIETAS	360	AGRIETAS
				350	AGRIETAS	360	AGRIETAS	370	AGRIETAS
				360	AGRIETAS	370	AGRIETAS	380	AGRIETAS
				370	AGRIETAS	380	AGRIETAS	390	AGRIETAS
				380	AGRIETAS	390	AGRIETAS	400	AGRIETAS
				390	AGRIETAS	400	AGRIETAS	410	AGRIETAS
				400	AGRIETAS	410	AGRIETAS	420	AGRIETAS
				410	AGRIETAS	420	AGRIETAS	430	AGRIETAS
				420	AGRIETAS	430	AGRIETAS	440	AGRIETAS
				430	AGRIETAS	440	AGRIETAS	450	AGRIETAS
				440	AGRIETAS	450	AGRIETAS	460	AGRIETAS
				450	AGRIETAS	460	AGRIETAS	470	AGRIETAS
				460	AGRIETAS	470	AGRIETAS	480	AGRIETAS
				470	AGRIETAS	480	AGRIETAS	490	AGRIETAS
				480	AGRIETAS	490	AGRIETAS	500	AGRIETAS
				490	AGRIETAS	500	AGRIETAS	510	AGRIETAS
				500	AGRIETAS	510	AGRIETAS	520	AGRIETAS
				510	AGRIETAS	520	AGRIETAS	530	AGRIETAS
				520	AGRIETAS	530	AGRIETAS	540	AGRIETAS
				530	AGRIETAS	540	AGRIETAS	550	AGRIETAS
				540	AGRIETAS	550	AGRIETAS	560	AGRIETAS
				550	AGRIETAS	560	AGRIETAS	570	AGRIETAS
				560	AGRIETAS	570	AGRIETAS	580	AGRIETAS
				570	AGRIETAS	580	AGRIETAS	590	AGRIETAS
				580	AGRIETAS	590	AGRIETAS	600	AGRIETAS
				590	AGRIETAS	600	AGRIETAS	610	AGRIETAS
				600	AGRIETAS	610	AGRIETAS	620	AGRIETAS
				610	AGRIETAS	620	AGRIETAS	630	AGRIETAS
				620	AGRIETAS	630	AGRIETAS	640	AGRIETAS
				630	AGRIETAS	640	AGRIETAS	650	AGRIETAS
				640	AGRIETAS	650	AGRIETAS	660	AGRIETAS
				650	AGRIETAS	660	AGRIETAS	670	AGRIETAS
				660	AGRIETAS	670	AGRIETAS	680	AGRIETAS
				670	AGRIETAS	680	AGRIETAS	690	AGRIETAS
				680	AGRIETAS	690	AGRIETAS	700	AGRIETAS
				690	AGRIETAS	700	AGRIETAS	710	AGRIETAS
				700	AGRIETAS	710	AGRIETAS	720	AGRIETAS
				710	AGRIETAS	720	AGRIETAS	730	AGRIETAS
				720	AGRIETAS	730	AGRIETAS	740	AGRIETAS
				730	AGRIETAS	740	AGRIETAS	750	AGRIETAS
				740	AGRIETAS	750	AGRIETAS	760	AGRIETAS
				750	AGRIETAS	760	AGRIETAS	770	AGRIETAS
				760	AGRIETAS	770	AGRIETAS	780	AGRIETAS
				770	AGRIETAS	780	AGRIETAS	790	AGRIETAS
				780	AGRIETAS	790	AGRIETAS	800	AGRIETAS
				790	AGRIETAS	800	AGRIETAS	810	AGRIETAS
				800	AGRIETAS	810	AGRIETAS	820	AGRIETAS
				810	AGRIETAS	820	AGRIETAS	830	AGRIETAS
				820	AGRIETAS	830	AGRIETAS	840	AGRIETAS
				830	AGRIETAS	840	AGRIETAS	850	AGRIETAS
				840	AGRIETAS	850	AGRIETAS	860	AGRIETAS
				850	AGRIETAS	860	AGRIETAS	870	AGRIETAS
				860	AGRIETAS	870	AGRIETAS	880	AGRIETAS
				870	AGRIETAS	880	AGRIETAS	890	AGRIETAS
				880	AGRIETAS	890	AGRIETAS	900	AGRIETAS
				890	AGRIETAS	900	AGRIETAS	910	AGRIETAS
				900	AGRIETAS	910	AGRIETAS	920	AGRIETAS
				910	AGRIETAS	920	AGRIETAS	930	AGRIETAS
				920	AGRIETAS	930	AGRIETAS	940	AGRIETAS
				930	AGRIETAS	940	AGRIETAS	950	AGRIETAS
				940	AGRIETAS	950	AGRIETAS	960	AGRIETAS
				950	AGRIETAS	960	AGRIETAS	970	AGRIETAS
				960	AGRIETAS	970	AGRIETAS	980	AGRIETAS
				970	AGRIETAS	980	AGRIETAS	990	AGRIETAS
				980	AGRIETAS	990	AGRIETAS	1000	AGRIETAS

Fuente: Manual PCI – ingepaV 89, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfáltico y Concreto en Carreteras – Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela – Manizales 2002.



Los resultados obtenidos del segundo tramo son los siguientes: se analizó un total de 294 paños cada una con dimensión de 4.00 x 4.00 m, haciendo un total de 4704m<sup>2</sup>, de lo cual se encontraron como datos predominantes, 67 paños con grietas lineales con severidad media, 58 paños con grieta de esquina con severidad media, 39 paños con losa dividida con severidad media, 33 paños con daño de sello de juntas con severidad media y 23 paños con descascaramiento de junta con severidad media.

Este tramo presenta un **PCI (Pavement Condition Index) de 40**, resultando que el pavimento rígido presenta una **condición REGULAR** según el cuadro de rangos de clasificación del PCI preparado por el Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela realizado en el 2002. Especialista en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia en el MANUAL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS

Al analizar los resultados del PCI del tramo I y II, se puede mencionar que el pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz presenta una **PCI promedio de 25**, teniendo entonces del cuadro de rangos de clasificación del PCI preparado por el Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela realizado en el 2002. Especialista en Vías y Transporte de la Universidad Nacional de Colombia en el MANUAL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS, que el pavimento en su totalidad presenta un estado de conservación **MALO**

c) Evaluar si los 0.57 kilómetros de pavimento cumple con los estándares mínimos de servicio

Como se observa, el pavimento rígido de 0.57 km de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz, presenta en promedio un PCI de 25 siendo su estado de conservación MALO, por lo tanto, está lejos de cumplir con dar un buen servicio de Transitabilidad, ocasionando problemas diversos a la población de transportistas como a la población particular con vehículos.

## V. DISCUSIÓN

Evaluar los 0.57 kilómetros del Pavimento Rígido mediante el método PCI de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash – 2019.

### **(a) Reconocer las patologías que se presenta a lo largo del tramo en estudio tomando en cuenta el procesamiento estandarizado del Pavement Condition Index (PCI),**

El primer tramo correspondiente desde la Av. Atusarúa hasta el Jr. Diego Ferrer, está conformado por 116 losas, en los cuales se identificaron 40 losas que presentan fallas de grieta de esquina de severidad alta, 30 losas con grietas lineales de severidad alta, 70 losas con pulimiento de agregados de severidad media, 50 losas con descascaramiento de junta de severidad media, 20 losas con punzamiento de severidad alta, 15 losas con parcheo pequeño de severidad media y 80 losas con daño de sello de junta de severidad alta.

Asimismo, el segundo tramo correspondió desde el Jr. Diego Ferrer hasta la Av. Antonio Raimondi, conformado por 294 losas, en el cual se identificaron 58 losas con presencia de grietas lineales, 39 losas con presencia de losas divididas, 23 losas con presencia de descascaramiento de junta, 33 losas con presencia de daño de sello de junta y 67 losas con grietas lineales. Todas las losas presentaron fallas de severidad media.

Concluida la investigación y evaluación del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la Provincia de Huaraz - Áncash, se puede indicar que se ha encontrado diferentes patologías, pero la mayoría con una severidad de alta a media, las patologías más encontradas en la evaluación de los pavimentos son: Grietas Lineales, Losa Dividida, Punzamiento, Pulimiento de Agregados, Grieta de Esquina, Parcheo Pequeño, Descascaramiento de Junta, Daño de sello de juntas. Estas mismas patologías sufren los pavimentos rígidos de la ciudad de Carhuaz investigado por Rodríguez (2016) y la ciudad de Caraz investigado por Vázquez (2016) ambos también ubicados en la región Áncash.

Vázquez (2016), en su investigación elaborado en la ciudad de Caraz, concluye que los pavimentos presentan patologías como: Grietas lineales, con 116 paños y una densidad de 16.02%; Losa dividida, con 97 paños y una densidad de 13.40%; Parcheo grande, con 44 paños y una densidad de 6.08%; Pulimento de agregados, con 41 paños y una densidad de 5.66%; Grieta de esquina, con 35 paños y una densidad de 4.83%; Parcheo pequeño, con 10 paños y una densidad de 1.38%; Descascaramiento de junta, 08 paños y una densidad de 1.10% y Descascaramiento de esquina, con 01 paños y una densidad de 0.14%. De acuerdo al valor del PCI obtenido para cada una de ellas, se encuentran en el rango de Bueno, por lo tanto, solo requieren un mantenimiento inmediato y adecuado. Como se muestra encontró las mismas fallas en el pavimento, pero a una severidad baja, posiblemente a la diferencia de años de vida que poseen hasta la actualidad.

Rodríguez (2016), concluye que las patologías del concreto en las diferentes calles de la ciudad de Carhuaz que tuvieron mayor incidencia fue la patología de Grieta de esquina, Losa Dividida y pulimiento de agregados. La cual nos permite tener una idea de la realidad y podemos proyectarnos a una condición futura. Asimismo, califico a los pavimentos de Regular, es decir, los pavimentos están en condiciones de Regular, debido a que la mayoría de las calles ya tienen una antigüedad de 6 años, y su mantenimiento es casi nulo.

**(b) Calcular el índice de condición con el método del Pavement Condition Index (PCI) para obtener el estado de conservación de los 0.57 kilómetros del pavimento rígido de la Avenida Confraternidad Internacional Este de la provincia de Huaraz**

Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento **PCI = 10**, para el tramo I, lo cual nos permite aseverar que tienen un estado de **Muy malo**, según la escala del PCI, mientras el tramo II presentó el índice de condición de pavimento **PCI = 40**, lo cual nos permite aseverar que tienen un estado **Regular**, en un sentido genérico dado que es un promedio; es decir que la variabilidad de los PCI de cada calle evaluado fluctúa en el nivel de Regular a Muy muy malo. Lo mencionado, nos permite tener una idea de la

realidad que tiene el estado de conservación el pavimento rígido evaluado debido a que su mantenimiento es casi nulo.

Asimismo, es conveniente mencionar que la conservación del tramo II concuerda con la conservación del pavimento rígido evaluado por Rodríguez (2016) en la ciudad de Carhuaz – Áncash, teniendo ambos un estado regular. Pero el tramo I difiere por completo presentando un estado muy malo, por lo que se puede mencionar que requiere una reparación urgente. Rodríguez (2016) encontró que los pavimentos presentan en mayor cantidad Grieta de esquina y Losa Dividida entre el 25.45% a 38.46% y Pulimento de Agregados con 55.32 %. Mientras en la investigación se presentó grietas de esquina a una densidad de 34.48%, losas divididas a una densidad de 13.27% y pulimiento de agregados con densidad de 60.34, concluyendo en ambas investigaciones que el pulimiento de agregados presenta mayor densidad.

### **c) Evaluar si los 0.57 kilómetros de pavimento cumple con los estándares mínimos de servicio**

El pavimento rígido evaluado no cumple con los estándares mínimos de servicio, esto debido a que se obtuvo una clasificación de sus estados de regular a muy malo, por lo que necesita de urgencia su reparación, ya que ocasionan problemas diversos a la población de transportistas como a la población particular con vehículos.

Por otro lado, de acuerdo a la metodología aplicada PCI se puede concluir que el tramo total en estudio presenta diversas patologías que de acuerdo a lo estipulado en la metodología aplicada nos indican que no cumple con los estándares mínimos de servicio, por lo que recomienda que se realicen trabajos de mantenimiento en los paños afectados o de lo contrario reconstruir los paños que se encuentren muy comprometidos con las patologías indicadas en las fichas técnicas. En consecuencia, los transportistas se ven muy afectados por las patologías presentadas en el tramo en estudio pues los vehículos no pueden transitar con normalidad ya que estas imperfecciones en la vía los obliga a transitar con una menor velocidad o de lo contrario se podrían generar accidentes lamentables con pérdidas económicas y/o humanas.

Así mismo, es importante mencionar que los resultados obtenidos de los 0.57 kilómetros de pavimento tienen relación a los resultados publicados por Granda (2019), en su tesis de investigación realizado en el Anillo Vial Tramo Chaupimarca, Yanacancha, Pasco el 2018, quien tuvo como objetivo general tener una evaluación del estado del pavimento rígido del Anillo Vial tramo Chaupimarca – Yanacancha. Habiendo aplicado la Metodología PCI, 32% fue el índice de condición, este resultado nos muestra que su condición de conservación es MALO, así como en la presente investigación cuyo índice promedio es de 25% concluyendo que ambas investigaciones tienen relación ya que se encuentran con un índice que nos permite afirmar que la condición de conservación es MALO.

## VI. CONCLUSIONES

- La AV. CONFRATERNIDAD INTERNACIONAL ESTE de 0.57 km presenta patologías de grietas de esquina, losas divididas, descascaramiento de junta, daño de sello de junta, grietas lineales, pulimiento de agregados, punzamiento, parcheo pequeño. Las patologías presentes son de severidad media y alta. El PCI promedio es de 25 %, por lo tanto, presentan una calificación del estado del pavimento de **Malo**.

### **TRAMIO I: Av. Atusarúa hasta el Jr. Diego Ferrer**

- Se encontraron 7 patologías principales de grieta de esquina de severidad alta, grieta lineal de severidad alta, pulimiento de agregados de severidad media, descascaramiento de junta de severidad media, punzamiento de severidad alta, parcheo pequeño de severidad media y daño de sello de junta de severidad alta. El porcentaje mayor obtenido fue la patología de daño de sello de junta de severidad alta con 68.97 %.
- El TRAMO I, presenta un PCI de 10%, obteniéndose la clasificación del estado del pavimento de **Muy malo**.

### **TRAMO II: Jr. Diego Ferrer - Av. Antonio Raimondi.**

- Se encontraron 5 patologías principales de grietas de esquina, losas divididas, descascaramiento de junta, daño de sello de junta y grietas lineales. El porcentaje mayor obtenido fue la patología de grietas lineales de severidad media con 22.79 %.
- El TRAMO II, presenta un PCI de 40%, obteniéndose la clasificación del estado del pavimento de **Regular**.



Tabla 2: Conclusión del tramo 01 y tramo 02

<b>Avenida Confraternidad Internacional Este</b>		
<b>Tramo 01: Av. Atusparia - El Jr. Diego Ferrer</b>	Se encontraron 07 patologías:	
Grieta de esquina	Severidad alta	34.48%
Grieta lineal	Severidad alta	25.80%
Pulimiento de agregados	Severidad media	60.34%
Descascaramiento de junta	Severidad media	43.10%
Punzamiento	Severidad alta	17.24%
Parqueo pequeño	Severidad media	12.93%
<b>Daño de sellos de junta</b>	<b>Severidad alta</b>	<b>68.97%</b>
<p><b>Conclusión del tramo 01:</b> El porcentaje mayor obtenido fue la patología de daños de sello de junta de severidad alta con 68.97%. Asimismo, el tramo 01, presenta un PCI de 10%, obteniendo la calificación del estado del pavimento muy malo.</p>		
<b>Tramo 02: Jr. Diego Ferrer - Av. Antonio Raymondi</b>	Se encontraron 05 patologías:	
Grieta de esquina	Severidad media	19.73%
Losas divididas	Severidad media	13.27%
Descascaramiento de junta	Severidad media	7.52%
Daño de sello de junta	Severidad media	11.22%
<b>Grieta lineal</b>	<b>Severidad media</b>	<b>22.79%</b>

**Conclusión del tramo 02:** El porcentaje mayor obtenido fue la patología de grietas lineales de severidad media con 22.79%. Asimismo, el tramo 02, presenta un PCI de 40 %, obteniendo la calificación del estado del pavimento regular.

**Conclusión general (tramo 01 y tramo 02):**

Las patologías encontradas en el tramo 01 y tramo 02 son de severidad media y alta, el PCI promedio es 25%; por lo tanto, representan una calificación del estado del pavimento malo

*Fuente: Elaboración propia*

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar instrumentos precisos para la toma de medidas de las patologías en campo ya que este es un parámetro de vital importancia para el cálculo del PCI. Así mismo, se debe tener en cuenta guardar evidencia de cada una de las patologías presentes en campo.
- Es necesario realizar una visita preliminar al tramo en estudio ya que con esto garantizamos mejor los instrumentos a usar así mismo podremos planificar la toma de datos, por otro lado, se pueden tomar decisiones como la de dividir el tramo en estudio viendo las patologías presentes y predominantes en el área.
- Se recomienda la revisión de trabajos de investigación similares ya que nos darán un mejor panorama para la realización de la presente investigación. Además, se tendrá mayor sustento en la aplicación de la metodología.

## REFERENCIAS

1. AASHTO. *Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys*. s.l. : American Society for Testing and Materials, 2004.
2. CHANG ALBITRES, Carlos. *Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro*. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima : s.n.
3. GONZÁLEZ, R. Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos. [En línea] <http://www.frlp.utn.edu.ar/lemac/Publicaciones/Del%202002/Pav%20area%20urb%20-%20III%20Prov.pdf>.
4. GUTIÉRREZ, W. *Índice de Condición del Pavimento*. 1994. Conferencia.
5. U.S. Army Engineer Research and Development Center. *Manual Paver asphalt surfaced airfields Pavement Condition Index (PCI)*. 2001.
6. PUGA ALVAREZ, Cecilia Nazareth. *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)*. 2018. Tesis.
7. *Pavement Performance Prediction Model Using the Markov Process*. BUTT, Abbas, y otros. 1123, Illinois : Transportation Research Board, 1987, Vol. III. ISSN: 0361-1981.
8. *Pavement Condition Index - Remaining Service Life*. BALADI, G, NOVAK, E y KUO, W. West Conshoncken : ASTM International, 1991, Pvement Management Implementation, págs. 63-90.
9. *The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen*. KARIM, Fareed, HALEEM RUBASI, Khaled Abdul y ABDO SALEH, Ali. 8, Yemen : DE GRUYTER, 2 de Agosto de 2016, Organization, Technology and Management in Construction.
10. ASTM D6433-09. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. United States : American Society for Testing and Materials, 2009.
11. *Optimum Time for Application of Slurry Seal to Asphalt Concrete Pavements*. HAJJ, E, y otros. 11-4071, United States : s.n., 2011.

12. FAA PAVEAIR. Federal Aviation Administration. [En línea] Federal Aviation Administration. [Citado el: 25 de Octubre de 2019.] <https://faapaveair.faa.gov/Help/About.html>.
13. RADHAKRISHNAN INTERN, Diksha. CAG. *Citizen Consumer and Civic Action Group*. [En línea] 14 de Julio de 2016. [Citado el: 30 de Octubre de 2019.] <https://www.cag.org.in/blogs/quantifying-quality-pavement-condition-index?fbclid=IwAR0aPLXzalvt066zJDgEqTV8BThO0zWVdU5A69uMZr527MtDGzsJgfYkGKs>.
14. *Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network*. SHAH, Yogesh, y otros. 104, s.l. : ELSERVIER, 2 de Diciembre de 2013, Procedia - Social and Behavior Sciences, págs. 332-341. ISBN: 1877-0428.
15. *Application of Pavement Condition Index (PCI) Methodology in Pavement Distress Evaluation and Maintenance Prioritization*. MASOUD MERGI, Kamal y MUSTAFA MOHAMED, Awad. Sudan : University of Khartoum, Febrero de 2012, Basic and Engineering studies Board, págs. 17-20.
16. *Evaluation of Flexible Road Pavement Condition Index and Life Cycle Cost Analysis of Pavement Maintenance: A Case Study in Kabul Afghanistan*. HAFIZYAR, Rustam y ALI MOSABERPANAH, Mohamed. 8 de Agosto de 2018, International Journal of Scientific & Engineering Research, Vol. IX. ISSN 2229-5518.
17. *Prioritisation of Pavement Maintenance based on Pavement Condition Index*. BOYAPATI, Bharath y KUMAR, Prasanna. 14, India : Journal of Science and Technology, Julio de 2015, Journal of Science and Technology, Vol. VIII. ISSN: 0974-5645.
18. *Study of Pavement Condition Index (PCI) relationship with International Roughness Index (IRI) on Flexible Pavement*. PSALMEN HASIBUAN, Rijal y SEJAHTERA SURBAKTI, Medis. s.l. : EDP Sciences, 20129, MATEC Web of Conferences 258.
19. *The evaluation of functional performance of national roadway using three types of pavement assessments methods*. PARAMAARTHA SISMOYO, Dendy y SETYAWAN, Ary. 171, Indonesian : Elsevier Ltd, 2017, ScienceDirect, págs. 1435-1442.

20. *The Effect of Pavement Condition on Vehicle Speeds and Motor Vehicles Emissions*. SETYAWAN, Ary y KUSDIANTORO, Irvan. s.l. : Elsevier, 2015, Procedia Engineering, Vol. 125, págs. 424-430.
21. SHAHIN, M.Y. *Pavement management for airports, roads, and parking lots: Second edition*. s.l. : Springer Science, 2005.
22. *Evaluation And Maintenance of Road Damage In Sidotopo Surabaya Road Using Pavement Condition Index (PCI) Method*. SHOLICHIN, Ibnu y UTOMO, Nugroho. s.l. : Atlantis Press, 2018, Atlantis Highlights in Engineering, Vol. 1.
23. *Pavement Surface Distress Evaluation Using PCI*. GUPTA, P y ATRI, P. 3, s.l. : URASET, 2018, Sci. & Eng. Technol, Vol. 6, págs. 2321-9653.
24. *Evaluation of Pavement Condition Index for Roads of Al-Kut City*. AL-NEAMI, M. A. y ALRUBACE, R. H. 4, Agosto de 2017, Eng. and Technol, Vol. 7, págs. 227-4106.
25. *A Comparative Study on Pavement Condition Rating Methods for Flexible Roads*. TARIQ, M y PIMPLIKAR, S. Vol. 5, págs. 2321.
26. *Development of Pavement Management Strategies for Arterial Roads,* VISHWANATH, G, ARCHANA, M y BILIGIRI, P. s.l. : URET, 2016, Eng. and Technol, págs. 2321-7308.
27. SHARMA, U y ABHISHEK, U. *Performance Evaluation of A Road In Chandigarh Using Pavement Condition Index (PCI) Method*. 2017.
28. MIRANDA REBOLLEDO, Ricardo Javier. *Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos*. Universidad Austral de Chile. Chile : Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2010. Tesis Pregrado.
29. ASOCEM. Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú. *Asociacion de Productos de Cemento*. 21 de Septiembre de 2016.
30. *Concrete pavement: a durable, sustainable and low-maintenance solution*. BACHAR, Hakim. London : AECOM, September de 2009, External Paving and Hardstandings.
31. *Development of a Pavement Management System to be Used in Highway Pavement Evaluation in Jordan*. MSALLAM, Majed, y otros. 9, Sanfandila : Sistema

de Comunicaciones y Transportes, 2014, Civil and Environmental Research , Vol. 6. ISSN: 2225-0514.

32. *A review on the best practices in concrete pavement*. SHARIFI, Naser, y otros. 6, Guatemal : Chang'an University, 17 de April de 2018, Journal of traffic and transportation engineering, Vol. III, págs. 245-255.

33. AGUILERA CHINCHAY, Andrés. *Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa- hh. Santa Rosa, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa- hh. Santa Rosa, de Piura, octubre - 2017*. Piura : s.n., 2017. Tesis.

34. CAMPOS DÍAZ, Melissa Jackeline. *Evaluación del estado del pavimento Rígido según el índice de condición del pavimento (PCI), de la carretera CP. Huambocancha Baja – CP. El Batan provincia de Cajamarca - 2015*. Cajamarca : s.n., 2017. Tesis.

35. SÁNCHEZ RAMÍREZ, Jenny. *Evaluación del estado del pavimento de la av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI*. Piura : s.n., 2017. Tesis.

36. VÁSQUEZ VARELA, Luis Ricardo. *Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizelas : s.n., 2002.

37. ASENJO CAJUSOL, Donald Ernesto. *Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI - Jaén 2016*. Cajamarca : s.n., 2017. Tesis.

38. DÁVILA VIDARTE, Jorge Luis, HUANGAL CASTAÑEDA, Nelson Enrique y SALAZAR BRAVO, Wesley Amado. *Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la via canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016*. 2017. Tesis.

39. GRANDA HINOSTROZA, Carol Gisbel. *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco –2018*. Pasco : s.n., 2019. Tesis.

40. RODRIGUEZ MINAYA, Yony Edwin. *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las*

*pistas del barrio el triunfo, distrito de Carhuaz, provincia de Carhuaz, región Ancash, diciembre 2015. 2016. Tesis.*

41. VASQUEZ MORENO, Edgar Yvanny. *Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, abril del 2016. Caraz : s.n., 2016. Tesis.*

42. MACKENZIE, Shawn. *Application of pavement condition index (PCI) assessment method for rural road maintance in Kuching - Samarahan area. Malaysia : Universiti Malaysia Sarawak, 2012. Thesis - Master Degree.*



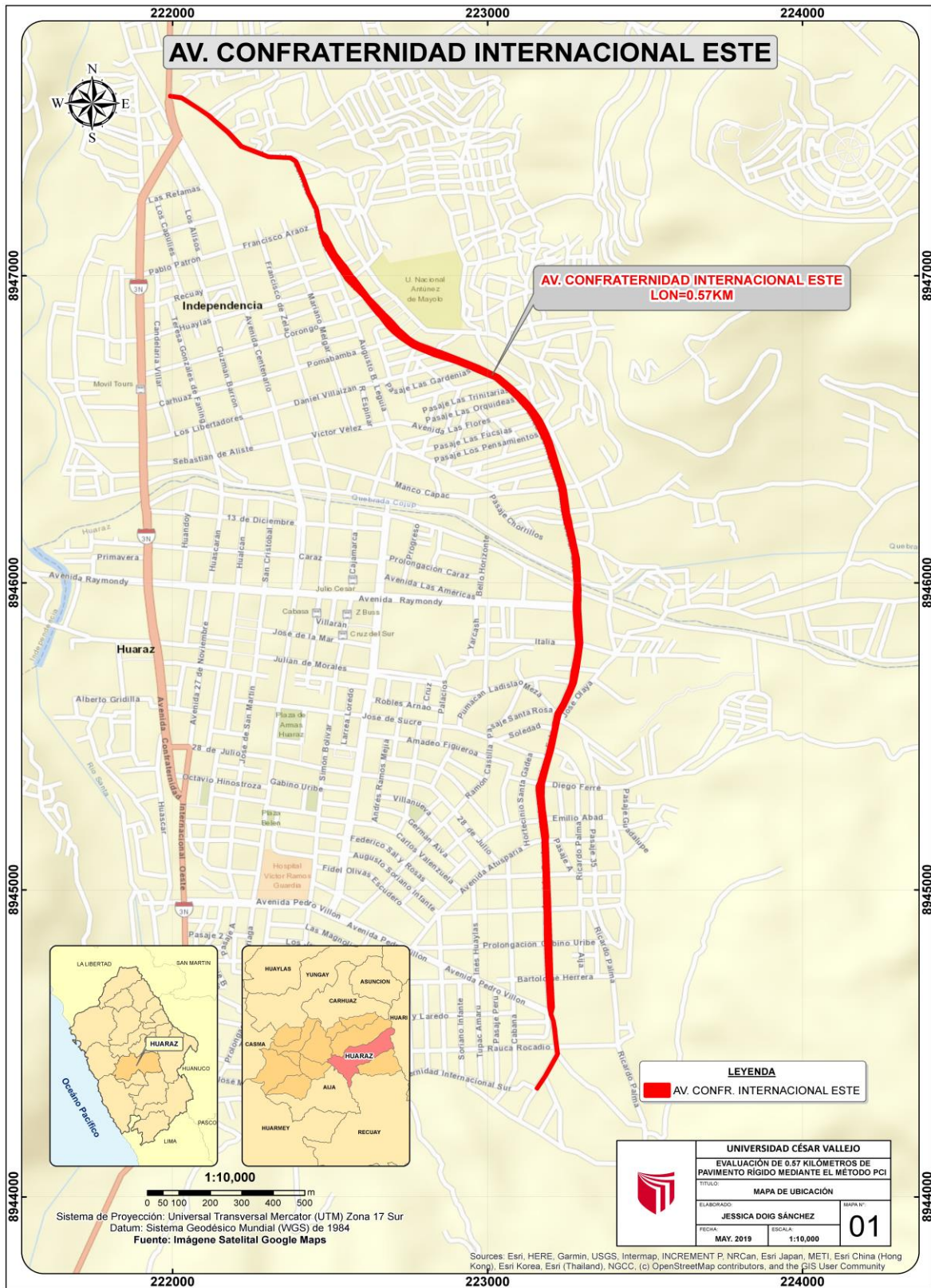
## ANEXOS

### Anexo 01. Instrumento de recolección de datos

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					
PCI-02. CARRETERAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO HIDRÁULICO					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
CÓDIGO VÍA		ABSCISA FINAL		NÚMERO DE LOSAS	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>	
INSPECCIONADA POR			FECHA		
<input type="text"/>			<input type="text"/>		
No.	Daño	No.	Daño	No.	Daño
21	Blow up / Buckling.	27	Desnivel Carril / Berma.	34	Punzonamiento.
22	Grieta de esquina.	28	Grieta lineal.	35	Cruce de vía férrea
23	Losa dividida.	29	Parqueo (grande).	36	Desconchamiento
24	Grieta de durabilidad "D".	30	Parqueo (pequeño)	37	Retracción
25	Escala.	31	Pulimento de agregados	38	Descascaramiento de esquina
26	Sello de junta.	32	Popouts	39	Descascaramiento de junta
		33	Bombeo		
Daño	Severidad	No. Losas	Densidad (%)	Valor deducido	ESQUEMA
					o o o o o
					10
					o o o o o
					9
					o o o o o
					8
					o o o o o
					...
					o o o o o
					1 2 3 4

*Fuente:* Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico, Tomado de Vásquez, 2002.

## Anexo 02. Mapa 01. Ubicación



Fuente: Elaboración propia.

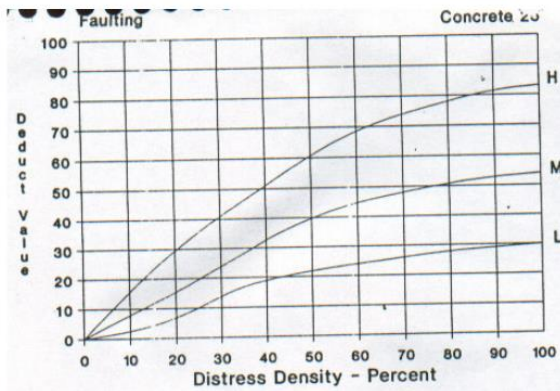
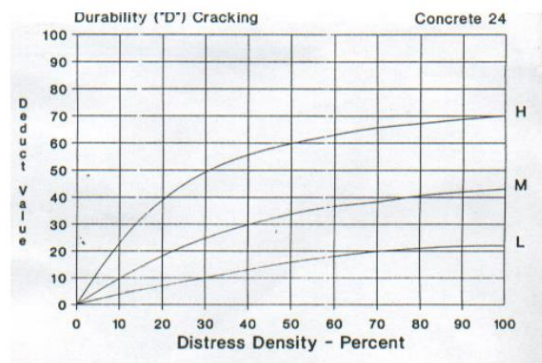
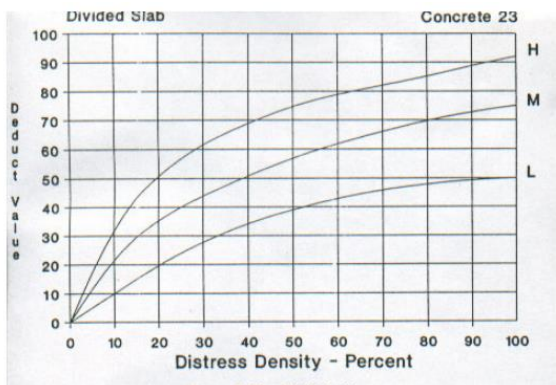
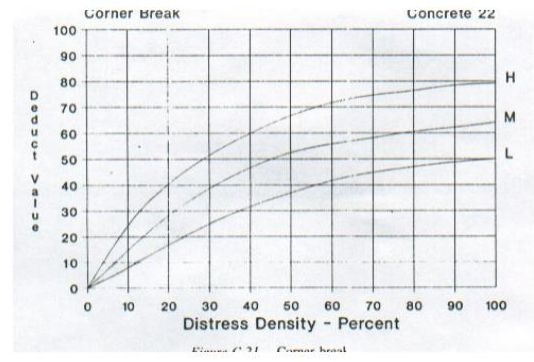
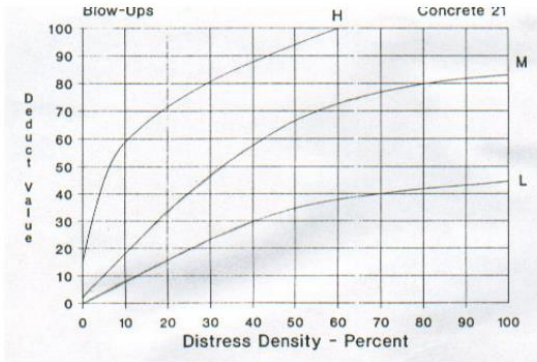
### Anexo 03. Plano 01. Plano de tramos



Fuente: Elaboración propia.



## Anexo 04. Imágenes de curvas para pavimentos de concreto

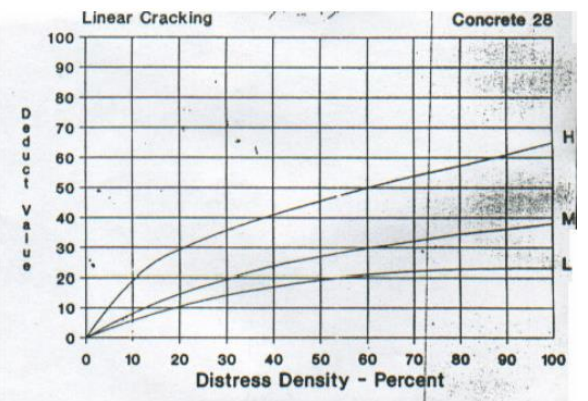
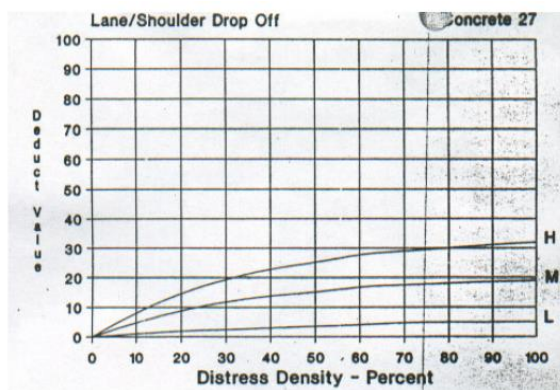


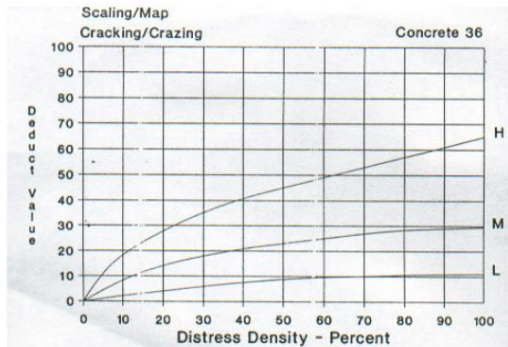
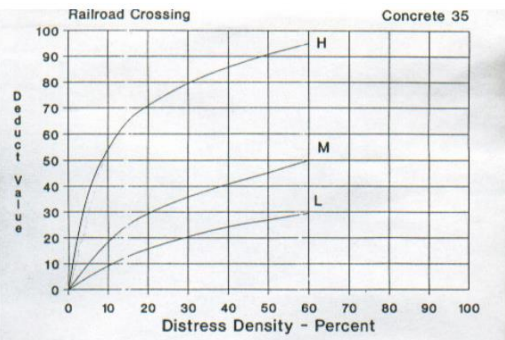
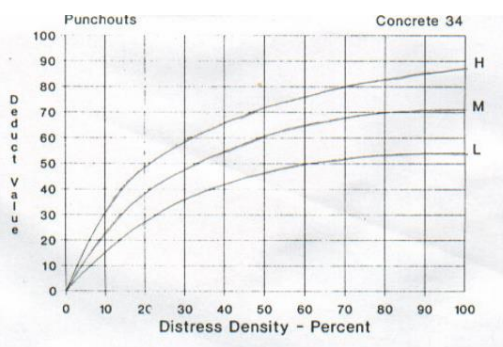
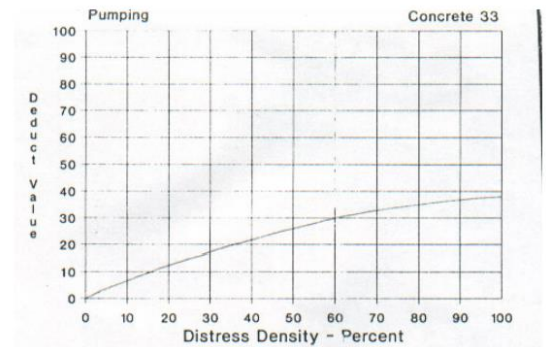
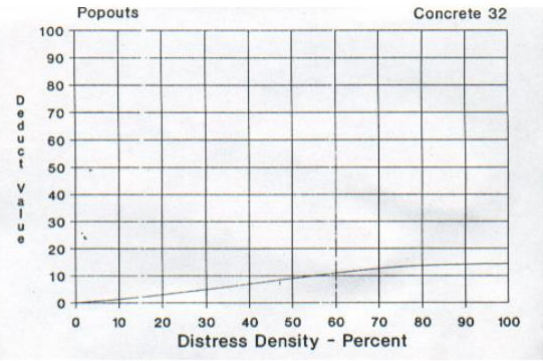
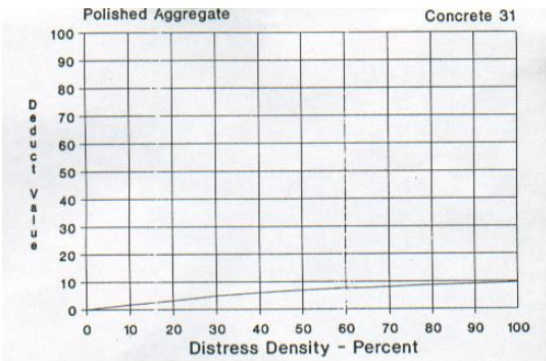
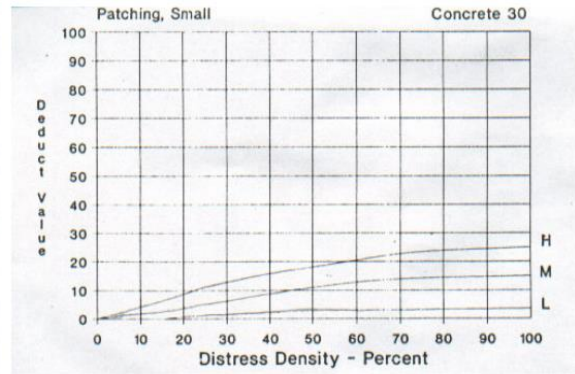
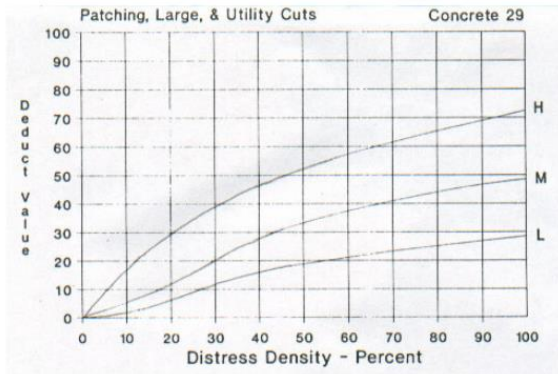
Joint Seal Damage Concrete 26

Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

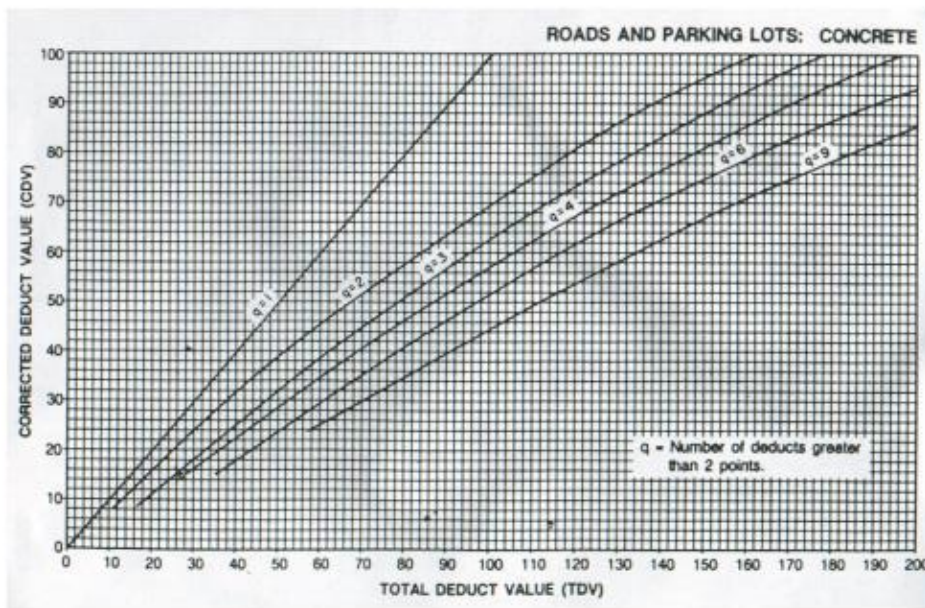
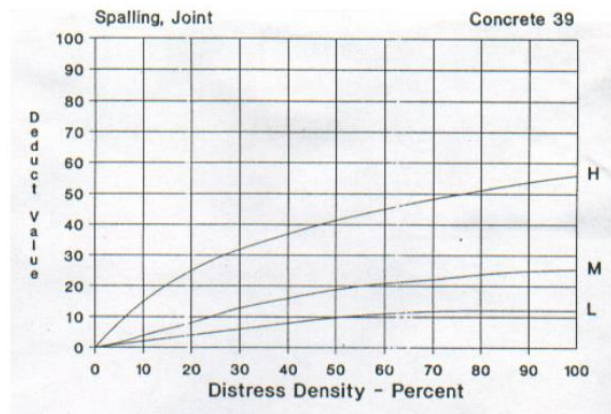
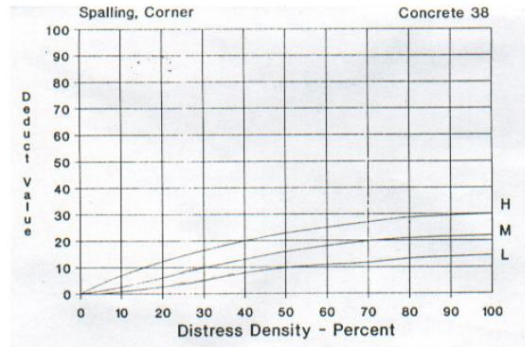
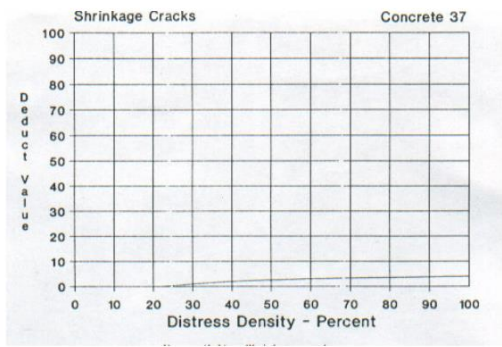
The deduct values for the three levels of severity are:

LOW	2 points
MEDIUM	4 points
HIGH	8 points









Fuente: Manual PCI – ingepaV 89, Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfáltico y Concreto en Carreteras – Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela – Manizales 2002.