



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Aplicación del índice de fallas superficial (MDR) en la evaluación superficial del
pavimento rígido, Calle Real – Distrito Chilca – Huancayo, 2019**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil**

AUTOR:

Denis Fortunato Porras Rojas (ORCID: 0000-0002-5035-0514)

ASESOR METODOLÓGICO:

Dra. Nérida Gladys Rey Córdova de Velázquez (ORCID: 0000-000-2-5646-4985)

ASESOR TEMÁTICO:

Mg. Raúl Antonio Pinto Barrantes (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

- A Dios** Supremo creador, por brindarme fortaleza y sabiduría para cumplir satisfactoriamente un objetivo más en mi vida.
- Mis padres** Fortunato Porras Carbajal y Lucía Rojas Evangelista. Como el inicio de una recompensa a todos sus sacrificios dados hacia mi persona y por el inmenso amor que siempre recibí de ustedes.
- Mis hermanos** Maritza, Judith, Rusbel, Lucía, por el apoyo incondicional que me brindaron, esperando que todo esto les sirva de motivación para que puedan lograr todas sus metas que se han propuesto en sus vidas.
- A mi familia** Sobrinos, Cuñados, sobre todo a Rikelme, porque tu presencia me fortalece y me da motivos para salir adelante. A todos y cada uno gracias por el apoyo y cariño.
- A mi Novia** Lourdes Huamaní Oscco por su gran apoyo y motivación que me brindó en todo este proceso de investigación.

De. Porras.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por permitir tener en vida a mi familia, por bendecir a cada pequeño paso que damos en la vida.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en cada decisión tomada, gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia el desarrollo de esta investigación, gracias por creer en mí.

A la Dra. Nérida Gladys Rey Córdova De Velázquez, por su dedicación y esfuerzo, quien, con su experiencia, conocimientos y su motivación, ha logrado en mí a que pueda terminar con éxito la presente investigación.

No ha sido nada fácil el camino hasta este momento, pero gracias a su pequeño o gran aporte, a su inmensa bondad y apoyo, se ha logrado culminar la presente investigación. Les agradezco, y hago presente mi afecto hacia ustedes.

Gracias por todo

Índice

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento.....	III
Índice.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MÉTODO.....	22
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
2.2. Población, muestra y muestreo	22
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	23
2.4. Procedimiento.....	24
2.5. Método de análisis de datos.....	24
2.6. Aspectos éticos.....	24
III. RESULTADOS.....	25
IV. DISCUSIÓN.....	30
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS.....	36

RESUMEN

En la presente investigación titulada: Aplicación del Índice de Fallas Superficiales (MDR) en la Evaluación Superficial del Pavimento Rígido, Calle Real, Distrito Chilca – Huancayo, 2019. Tiene como objetivo determinar el índice de fallas superficiales (MDR) bajo la metodología IDU (Instituto de Desarrollo Urbano) para conocer el estado superficial del pavimento rígido de la calle Real del distrito de Chilca, Huancayo.

El enfoque fue cuantitativo. Tipo aplicada. Diseño no experimental transversal Explicativo Causal. La población fue todo el pavimento conformado por la calle Real del distrito de Chilca, que son en total 4 km. El instrumento utilizado fue la ficha de observación, en la cual se utilizó una tabla de clasificación, formato para la inspección visual de pavimento y la curva de calibración PAVER. Así mismo la evaluación se realizó a base del manual proporcionado por INVIAS de Colombia.

Palabras claves: Índice de fallas superficiales (MDR). Evaluación y pavimento rígido.

ABSTRACT

In the present research entitled: Application of the Surface Fault Index (MDR) in the Surface Evaluation of Rigid Pavement, Calle Real, Chilca - Huancayo District, 2019. Its objective is to determine the index of superficial faults (MDR) under the IDU methodology (Institute of Urban Development) to know the superficial state of the rigid pavement of the Real street of the district of Chilca, Huancayo.

The approach was quantitative. Type applied. Non-experimental transverse design Explicative Causal. The population was all paved by the Real street of the district of Chilca, which are in total 4 km. The instrument used was the observation sheet, which used a classification table, format for visual inspection of pavement and the PAVER calibration curve. The evaluation was also based on the manual provided by INVIAS of Colombia.

Keywords: Modified Distress Rating (MDR). Evaluation and rigid pavement.

I. INTRODUCCIÓN

La realidad problemática observada en las naciones latinas referido con la condición de los pavimentos es muy preocupante (excepto Chile, puesto que está en el 24° de 137 naciones de la clasificación a nivel global en cuanto a la calidad de infraestructura vial); en cuanto a la condición en la que se encuentra el pavimento, en América Latina tienen fallas por consecuencia de falta de conservación y mantenimiento, que afecta de manera directa y significativa a toda la población, conductores, peatones.

En Perú, los últimos años fue afectado por el alza incontrolable de la carga de vehículos el cual afecta de manera directa al pavimento de forma negativa, puesto que en nuestro país se hacen “de la vista gorda” respecto a la condición del pavimento antes de ejecutar un mantenimiento periódico y permanente; ocupando el puesto 108 de 137 del ranking mundial.

En la calle Real, Huancayo, la libre movilización de transportistas tanto público como privado, es fluente, adicional a eso, los factores climáticos extremos que atraviesa la “Ciudad Incontrastable”, esto causa que la carretera se deteriore de una forma constante, en lo cual se observó que tal carretera está en un estado regular a bueno, el cual no hace mención afectar el tránsito libre de los carros. Esta evaluación superficial de la carretera en dicho lugar es necesaria y precisa puesto que es necesario conocer el estado actual de este.

En antecedentes internacionales, Farfán (2018) en su trabajo investigativo “Evaluación del mantenimiento implementado en el pavimento rígido del sector de la carrera décima entre calle 7 y calle 26 en la ciudad de Bogotá” para especializarse como Ingeniero en Pavimentos en la Universidad Militar Nueva Granada tuvo como un objetivo específico evaluar la condición superficial de la estructura vial, y no como se comporta la estructura desde las capas inferiores al mismo. Esta investigación fue de tipo aplicativo, en cuanto a su nivel, explicativo causal y según su diseño, experimental de corte transversal. Se concluye que el OPI (Índice Global del Pavimento) está mayormente influenciado por las calificaciones del MDR, pues a pesar de que se tuvieron IRI's de 4 y 5, que califican como regulares, el valor OPI no descendió de categoría buena.

El ecuatoriano Puga (2018) presentó en su investigación “Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)” para recibir el título en Ingeniería Civil en la Universidad de Cuenca como objetivo tuvo el de hacer una evaluación funcional en

la losa de concreto el cual está en la Av. Loja desde la avenida las Américas hasta la Av. 10 de Agosto, utilizando la metodología PCI, la misma que se utilizará para la calificación y evaluación de la condición/estado, para posteriormente general alternativas de soluciones para su rehabilitación. Esta investigación fue de tipo aplicativo de corte transversal. Finalmente llegó a la conclusión donde al iniciar se hizo una inspección presencial visual de manera global, donde evidentemente la carretera mostraba reparaciones realizadas con anterioridad con técnicas deficientes, por la cual en vez de generar soluciones generaron más inconvenientes y molestias.

Carrascal y Palacio (2016) presentaron su trabajo “Análisis del deterioro del pavimento rígido de la calle 4 entre carreras 25 y 27 barrio Marabel de Ocaña, norte de Santander” donde obtuvieron el grado de Tecnólogos en Obras Civiles en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña tuvieron como objetivo general analizar visualmente el pavimento rígido de la calle 4 entre carreras 25 y 27 del barrio Marabel de la ciudad de Ocaña Norte de Santander, realizando una inspección visual para localizar deterioros y fallas con el fin de plantear posibles soluciones que conlleven al mejoramiento de esta calle y su óptima transitabilidad. Esta investigación fue de tipo aplicativo, en cuanto a su nivel, descriptivo. Finalmente llegaron concluyendo que dicho pavimento no necesita de tantos cuidados, los mantenimientos normales son la limpieza y sellado de las juntas para evitar la filtración de agua a la estructura del pavimento, utilizando la metodología “Pavement Condition Index” (PCI).

Cedeño (2016) en su investigación “Evaluación de la condición de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido de la calle 5ta San José sur Quevedo por método PCI” para adquirir el título en Ingeniería Civil su objetivo fue primordialmente establecer la situación actual de la losa de concreto de San José Sur, Quevedo usando la metodología del PCI. Esta investigación fue de tipo aplicativo de corte transversal. Para concluir, la evaluación presencial visual por el Método de Índice de Pavimentos, se pudo evidenciar, que al momento de hacer el acceso, no se hizo un buen control de la calidad en cuanto al agregado ya que este se encontraba de baja calidad con ciertos tipos de restos de palos, etc.

En el ámbito nacional, Salinas, Araujo y Jiménez (2019) presentaron su trabajo de investigación “Evaluación Superficial De Pavimento Rígido Utilizando Método Índice De Condición De Pavimento, La Avenida Pakamuros Provincia De Jaén, Cajamarca, 2019” a fin de tener el bachillerato de ingeniero civil por la Universidad César Vallejo como objetivo principal tuvieron que hacer una evaluación de la capa superficial de la carretera por el PCI, para calcular el estado actual de la Av. Pakamuros en la ciudad de Jaén – Cajamarca, 2019. Esta investigación fue de tipo aplicativo, en cuanto a su nivel es descriptivo. Finalmente se llegó a concluir que, la falla más notoria son las grietas en las esquinas de las 14 losas de concreto que se encuentran en mal estado, que es más general en refacciones de buzones de saneamiento; adicional a lo mencionado, la carretera está en estado Regular con inclinación a Malo de acuerdo a la evaluación del PCI, con un resultado de 45.6.

Silva (2018) en su investigación “Evaluación superficial del pavimento rígido en la calle prolongación pedro cornejo cuadras N° 01 – 05 del distrito y provincia de Jaén – Cajamarca” para adquirir el grado de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como objetivo primordial, realizar la evaluación de la superficie de la losa de concreto en la calle Prolongación Pedro Cornejo cuadras N° 01 – 05, distrito y provincia de Jaén - Cajamarca. Esta investigación fue de tipo aplicativo. Finalmente concluyó que el PCI dio un puntaje de 67.30, entre < 70-55>, calificando el pavimento actual en estado Bueno.

Torres (2018) en su proyecto de investigación “Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash” para adquirir el grado de título de Ingeniero Civil en la Universidad César Vallejo tuvo como objetivo principal evaluar la condición superficial del pavimento rígido aplicando la metodología del PCI, en las calles del distrito de Yanama que se encuentra en la provincia de Yungay, región de Ancash en el año 2018. Esta investigación fue de tipo aplicativo. Llegando a la conclusión de identificar las patologías, como, por ejemplo, parches grandes de 25.25%, también grietas de 23.24%, losa subdividida de 15.89%, fisuras de esquina de 12.71%, etc. Como también el 7.02% no presentaban patologías de importancia.

H.H. Al-Ghafri and M.A. Javid (2018) they presented their research “Comparative Analysis of Rigid Pavement using Westergaard Method and Computer Program” published in the Journal of Soft Computing in Civil Engineering, at the University of Nizwa the main objective of this project is to make a comparison between the manual and computer design of the rigid pavement structure under different load regimes, material properties and temperature. The “Westergaard Method”; and “KENPAVE Software”; were used for manual design and computer design respectively. The results of the stress analysis revealed that the stresses at the edges are higher compared to the interior location and corners, and that the estimated stresses at all locations with the Westergaard method are significantly lower than those estimated with the KENPAVE software.

Cano (2017) presented his project “Management of airport pavements by means of surface cracking indicators”; for his master's degree project in infrastructure planning and management at the Polytechnic University of Madrid. The objective was to focus on the airport environment, specifically the management of its pavements by means of two factors: Maintenance and conservation of this type of structures and Difficulty in carrying out inspection work. Reaching the conclusion that due to the characteristics of the standard D5340 for the calculation of the PCI in which the subjectivity of who does the study can be a determining factor, it could be thought that it is an incomplete and nonspecific method in some cases.

Campos, García and Vitulloch de Armas (2016) they presented their research “Rigid pavement surface characteristics of international airport "Abel Santa María" in Santa Clara, Cuba” for the 18th scientific convention of engineering and architecture at the Havana Convention Palace their objective was to study the surface characteristics of the rigid pavement that makes up a group of zones at the “Abel Santa María”; International Airport in Santa Clara, Cuba, after systematic repairs that have been developed due to the increase in flights received, applying the Pavement Condition Index (PCI) for airports, Standard ASTM D 5340 (2011) issued for all aerodromes and which governs the International Civil Aviation Organization (ICAO). Finally, they concluded that the average PCI of rigid pavement areas is 42.32, equivalent to a Regular condition, and the pathologies that occur most frequently are longitudinal and transverse fissures, detachments, erratic fissures, crack maps, corner breakage and joint sealing damage.

TEORÍAS EN RELACIÓN AL TEMA:

Para entender en que consiste la variable **índice de fallas superficiales MDR**, Buitrago y Cano (2011) indican que:

La falla o daño superficial se clasifica por el índice de daños llamado MDR (Modified Distress Rating) o índice de fallas superficiales. Este índice o parámetro está en un rango variable de 0 a 100, en la cual, 0 representa una carretera totalmente destruida y 100 una carretera en estado perfecto de su superficie. (p.17).

Para Farfán (2018):

El MDR (Modified Distress Rating) parámetro o índice que nos guía a calcular el deterioro de la parte superficial de la carretera, teniendo en cuenta variadas fallas o patologías que presentan los pavimentos. El parámetro MDR está en un rango variable de 0 a 100, en la cual, el valor de 0 representa un pavimento totalmente destruido y 100 una carretera en estado excelente. (P.7).

Según Rondón y Reyes (2015) indican:

Este parámetro es el más relevante para analizar el estado de la parte superficial de una losa de concreto es el MDR. Este es un índice o parámetro adimensional que se obtiene por los datos hallados en un inventario de daños, que se puede variar entre 0 a 100. El 0 representando una carretera totalmente destruida, y 100, una carretera en perfecto estado. (P.319).

En cuanto a la dimensión **Rango del MDR** tenemos la siguiente tabla:

Tabla N°1

Rango de MDR	Clasificación
Desde 79 hasta 100	Excelente
Desde 59 hasta 78	Bueno
Desde 40 hasta 58	Regular
Desde 0 hasta 39	Malo

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, respecto a los indicadores, el rango del MDR varía según la condición actual de la parte superficial de la carretera. El indicador **rango de 79 – 100** muestra que la tabla lo clasifica como estado superficial excelente del pavimento, el indicador **rango 59 – 78** muestra que la tabla clasifica al pavimento como un estado superficial bueno, cuando si el estado superficial es clasificado como regular, entonces nos encontramos dentro del indicador **rango 40 – 58**, por último, el indicador **rango desde 0 – 39**, muestra el estado malo de la parte superficial de la estructura vial.

Para definir las **fallas en los pavimentos** Buitrago y Cano (2011) indican:

Se define daño o falla a todo tipo de patologías que se presenta en su estado estructural o funcional de las carreteras y así llegar a afectar la circulación fluida y segura de los transportes; estas fallas nos dan información sobre las posibles causas y la condición de estos daños. (p.15)

Según Rodríguez (2016):

Hay clases de daños o fallas: estructurales y funcionales. Estructurales, es aquel que da origen a un deterioro progresivo en la estructura del pavimento, bajando la cohesión de sus capas y alterando su comportamiento frente a esfuerzos externos. Y los daños funcionales hacen que el libre tránsito sean afectados, como la calidad necesaria de la superficie de rodadura, como la estética del pavimento y también la seguridad que brindan al usuario. (p. 6).

Según Soto (2013) los daños en los pavimentos están dados en dos grupos:

Fallas Funcionales

Son relativamente leves, generalmente se da cuando la estructura no rinde su función primordial, los daños se ubican en la parte superficial del pavimento y generalmente causa muchas intolerancias en la calidad y forma de viaje, esto quiere decir que las deformaciones son superiores a las tolerables. Se pueden evaluar de manera netamente visual. Entre las primordiales fallas funcionales encontramos: escalonamiento, baches, fisuras, desintegración, ondulaciones transversal ligera y continua, etc.

Fallas Estructurales

Son graves, debido a que son originados en una capa, afectando o destruyendo también a muchas capas del pavimento, como también puede ser por la mala calidad de la capacidad del suelo en la cual se halla el pavimento. Son deterioros que no hacen posible la resistencia del pavimento rígido antes que las cargas del tránsito les afecte.

Para definir la variable **evaluación superficial del pavimento rígido** Solminihac (como se citó en Silva, 2018, p.13) nos indica que:

La evaluación de los pavimentos en sí es un documento, por tal medio se representa el actual estado de la parte superficial de la carretera, y de tal manera podrá adoptar las medidas adecuadas para la reparación y su respectivo mantenimiento, por los cuales se pretende alargar la vida útil de los pavimentos.

Cruz (2018) indica que:

En cuanto a la evaluación superficial o funcional de los pavimentos, tiene como objetivo, reconocer las deficiencias con relación a la calidad de la capa superficial y al estado general en la que se encuentra las condiciones del pavimento. Serán considerados todos aquellos factores que afectan de manera negativa la serviciabilidad, como la seguridad y también el costo del usuario. (p.20).

Según lo entendido, la evaluación superficial del pavimento rígido consiste en tal informe el cual plasmará el estado actual de la carretera en el que se encuentra, en el cual se toma en consideración los medios adecuados para poder realizar un buen mantenimiento y buena reparación.

Adicional a eso, para la evaluación del pavimento se cuenta con los siguientes parámetros o metodologías:

El PCI (Índice de Condición Actual del Pavimento)

El IRI (Índice de Rugosidad Internacional), en la actualidad es uno de los métodos más utilizados para medir la rugosidad del perfil longitudinal de la vía, en 1986 el IRI fue aceptado como medida estándar para la regularidad superficial por el Banco Mundial.

El método VIZIR (Vision Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque).

El MDR (Índice de Daños Superficiales), uno de los parámetros más importantes para la evaluación superficial del pavimento.

Respecto al **pavimento** El MTC (2013) lo define como:

Estructura que se encuentra encima de la capa de la subrasante del pavimento, para poder resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos de tránsito público y privado para así mejorar las condiciones de comodidad y también de seguridad del tránsito libre. Por lo general el pavimento se compone por capas: base, subbase y la capa de rodadura. (p. 37)

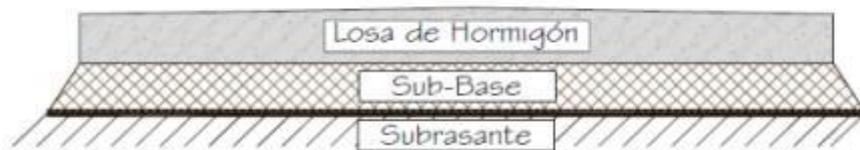
Para conceptualizar un **Pavimento Rígido**, INVIAS (2018) menciona que “Es aquel que generalmente está compuesto por una losa de hormigón y que está en la subrasante (capa de agregados seleccionados), la cual es llamado subbase del pavimento rígido.”

Para Buitrago y Cano (2011, p.8):

Es aquel que están compuesto primordialmente por una losa de concreto, y que está sobre la sub rasante o alguna una capa denominada sub base.

Por lo cual se puede afirmar que la estructura vial rígida está compuesta por una losa de concreto, la subbase y la subrasante, las cuales están de soporte y transmisor de cargas vehiculares.

Figura N°1



Fuente: (Bermúdez, 2006)

En cuanto a la dimensión **reconocimiento de patologías** es una evaluación inicial del pavimento, para lo cual la persona encargada de registrar las fallas en los pavimentos tales como losas subdivididas, dislocamiento, fisuras transversales y longitudinales, fisuras de esquina, deficiencia en sello de junta y baches; debe ser capaz de reconocer dichas fallas.

Para el indicador **tipos de patologías** (SHRP, 1993) nos dice que se clasifican en:

Agrietamiento: Está relacionado con la capacidad de soporte. Las fisuras tales como longitudinales y transversales se dan por el exceso de carga del tráfico o alguna variación en la temperatura, materiales de mala calidad.

Defectos de superficie: Generalmente son fisuras interconectadas que se extienden en toda la longitud de la losa, ocasionando afectación en la capa superior, sus posibles causas pueden ser: la mala compactación, un material de mala calidad o acción del descongelamiento.

Deficiencias con juntas: Los sellos de las juntas tanto transversales como longitudinales se pueden ver como último fin de la acumulación de humedad y otros.

Según lo indicado por los autores, se entiende que los tipos de patologías se agrupan en 3 las cuales son: agrietamiento o fisuras, defectos de superficie, deficiencia en las juntas y las diversas fallas que se pueden encontrar en un pavimento rígido.

Respecto al indicador **severidad** Buitrago y Cano (2011) nos dice que:

Es aquello que indica el nivel de gravedad en el que se encuentra el deterioro. La conceptualización de estos niveles es subjetiva, pero si describen distintas categorías de progresión de los tipos de deterioros que están en relación con las necesidades del mantenimiento y rehabilitación adecuada. (p.16)

Para Humpiri (2015) “la severidad es referido a la gravedad del problema encontrado. La escala de severidad está basada en la experiencia previa, tiene tres niveles: bajo, medio y alto”. (p.28).

Según el TNM (2004) las **Severidades** son:

1. Losas Subdivididas (LS)
 - Ancho de losa subdividida, en metros (m).
 - Largo de losa subdividida, en metros (m).
 - Severidad según tabla:

Tabla N°2

Severidad	N° de Bloques
Baja	< 3
Media	3 - 4
Alta	> 4

Fuente: Elaboración propia

2. Dislocamiento|(DLM)
 - Largo y Ancho de la losa, en metros.
 - Su severidad según la siguiente tabla:

Tabla N°3

Severidad	Altura(cm)
Baja	< 2
Media	2 - 3
Alta	> 3

Fuente: Elaboración propia

3. Fisuras transversales, longitudinales (FT, FL)
 - Longitud de la fisura, en metros.
 - Se registra severidad según tabla:

Tabla N°4

Severidad	Ancho de la fisura
Baja	0 – 3 mm
Media	3 – 12 mm
Alta	> 12 mm

Fuente: Elaboración propia

4. Fisuras de esquina (FE)
 - Longitud de la fisura, en metros.
 - Severidad según tabla:

Tabla N°5

Severidad	Ancho de la fisura
Baja	0 – 1.5 mm
Media	1.5 – 3 mm
Alta	> 3 mm

Fuente: Elaboración propia

5. Deficiencia en el sello de Juntas (DSJ)

- Longitud de la junta con deficiencia, en metros.
- Severidad según la siguiente tabla:

Tabla N°6

Severidad	Longitud del total de la junta
Baja	< 20%
Media	20 – 40%
Alta	> 40%

Fuente: Elaboración propia

6. Baches (BCH)

- Largo del bache, en metros.
- Ancho del bache, en metros.
- Severidad según tabla:

Tabla N°7

Severidad	Profundidad
Baja	< 2.5 cm
Media	2.5 – 3.5 cm
Alta	> 3.5 cm

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al indicador **dimensión** se basa netamente en el % de extensión por lo cual Chavez y Cusquisaban (2017, p.58) indican que la extensión “Corresponde a una parte del tramo evaluado que a sido afectado por un tipo de deterioro”.

Buitrago y Cano (2011):

Estos autores refieren a la dimensión o extensión de fallas en la sección específica del pavimento que está siendo estudiada; para cada patología se establece una unidad de medida según sus dimensiones; las medidas pueden ser: m., m2, unidades. (p.16)

Según Humpiri (2015, p.28) “La extensión o dimensión se refiere al tamaño del área con el deterioro. La escala tiene tres niveles: menos del 20%, entre el 20% y 50% y mayor al 50%.”

Para la dimensión **obtención de datos del MDR**, se realiza el cálculo de este índice para lo cual se utiliza la siguiente ecuación.

$$MDR = 100 - \sqrt{\sum(p_n)^2}$$

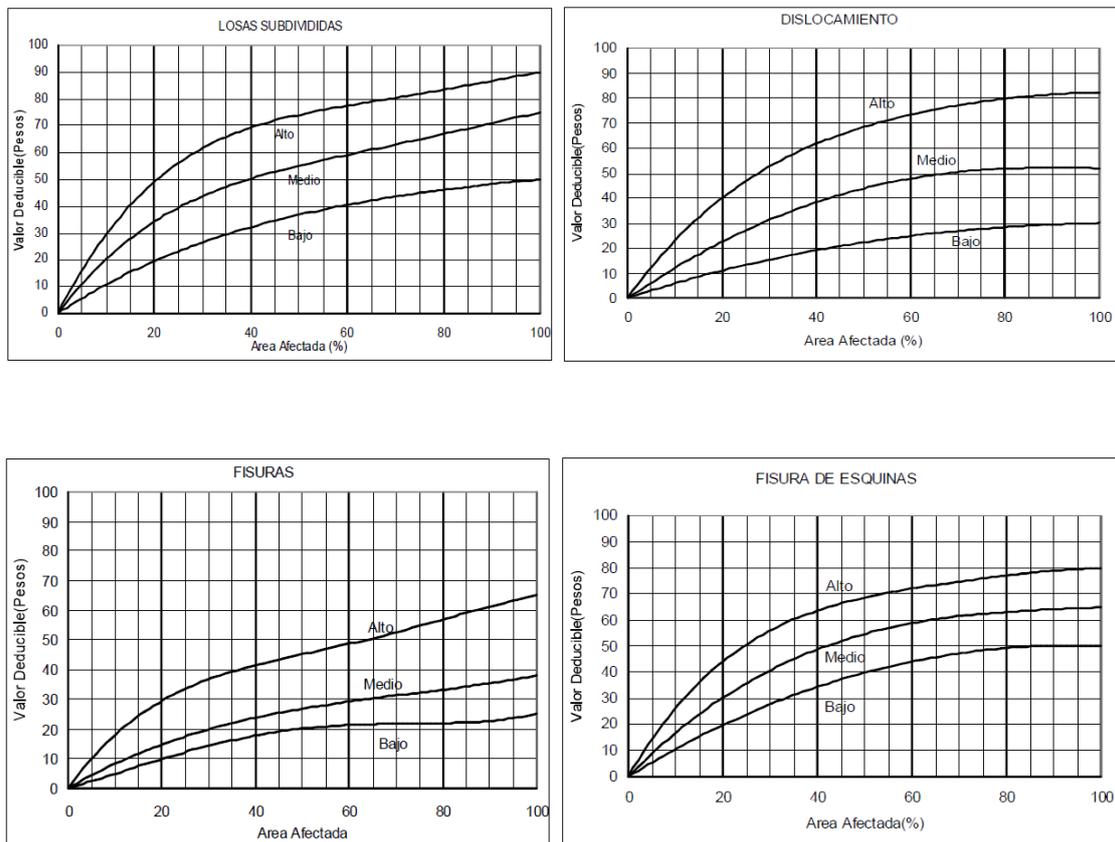
, en la que (p_n) es el peso de ponderación del daño.

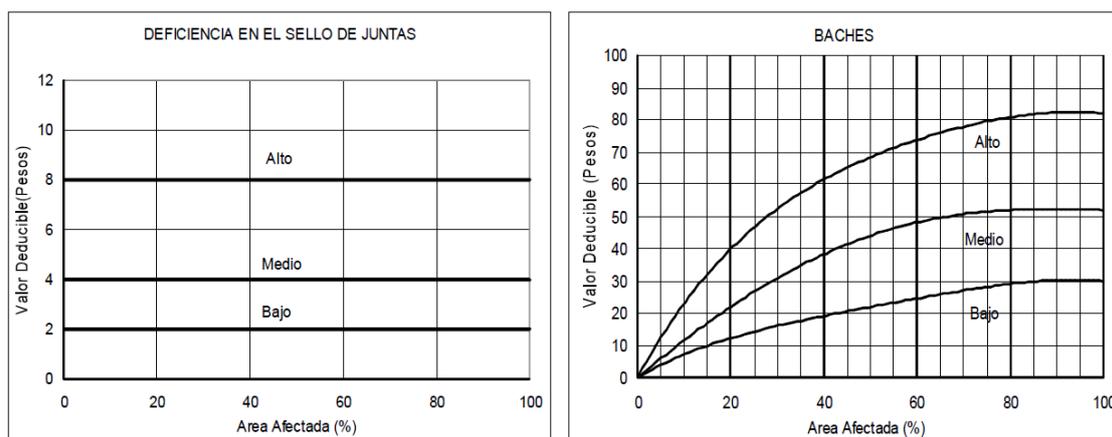
En cuanto al indicador **peso de ponderación del daño** (p_n), la TNM (2000) indica:

El cálculo del peso de ponderación es relativamente sencillo, se utiliza las curvas PAVER. Para cada tipo de daño o falla, sabiendo el porcentaje de extensión de la superficie dañada (eje X) esta curva se intercepta por la severidad (alta, media o baja) y se establece el este valor deducible (eje Y). (p.53)

Podemos decir entonces que el hallar el peso de ponderación del daño está en relación de su extensión y severidad, según el sistema PAVER.

Figura N°2: Curva de calibración PAVER para cálculo del MDR en Pavimentos Rígidos





Fuente: Informe final de la firma consultora de ingeniería multinacional TNM.

Para una mayor comprensión de esta presente investigación se hace necesaria la **definición de términos básicos:**

Las **losas subdivididas** son divididas por grietas en tres, cuatro o más pedazos debido a que la sobrecarga excede a su diseño.

Dislocamiento es la diferencia de nivel entre las placas. Algunas causas pueden ser: El asentamiento debido una base blanda o erosión del material debajo de la losa.

Fisura longitudinal y transversal son aquellas que dividen a la losa en una o más pedazos, causadas generalmente por la combinación de las repetidas cargas de tránsito.

Fisura de esquina es aquella rotura de la losa de la esquina.

Bache es un área limitado donde se ha desintegrado el concreto dejándose ver como un hueco sobre el pavimento.

En la zona de estudio (Calle Real – Distrito Chilca – Huancayo), se pudo observar que la calzada se encuentra en mal estado, para lo cual se realizó una evaluación superficial del pavimento, observándose: grietas, baches, dislocamiento, losas subdivididas y falla en las juntas.

Dada esta problemática se dará la siguiente **formulación del problema general:** ¿De qué manera influye la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR), en la evaluación superficial del pavimento rígido en la Calle Real, distrito Chilca, Huancayo 2019?

La formulación del problema **específico** de esta investigación es ¿De qué manera influye la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) en el reconocimiento de patologías del pavimento rígido en la Calle Real, distrito Chilca, Huancayo 2019?

La formulación del problema **específico** de esta investigación es ¿De qué manera influye la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) la obtención de datos del MDR del pavimento rígido en la Calle Real, distrito Chilca, Huancayo 2019?

Como **Justificación** de Estudio el presente trabajo tiene una importancia social, pues aportara de manera significativa a la ciudad de Huancayo en cuanto a conocer el estado del pavimento, y de acuerdo a los antecedentes internacionales y criterios parecidos a nuestra realidad problemática, la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) nos ayudara a evaluar de manera correcta la superficie del pavimento rígido.

El propósito de esta investigación no solo está orientado a conocer el estado superficial del pavimento rígido de la Calle Real, sino que también se busca contribuir en la solución de las fallas presentes en dicha zona, dando a conocer la siguiente investigación a las autoridades, ya que es muy necesario para el bienestar de la población.

Los beneficiarios de esta investigación serán directamente los conductores, vehículos y transeúntes, pues las autoridades serán consientes de la presente evaluación al pavimento, conociendo así las fallas presentes en el estudio de la zona.

Como **objetivo general** de esta investigación será determinar el índice de fallas superficiales (MDR) en la evaluación superficial del pavimento rígido en la calle Real del distrito de Chilca, Huancayo 2019.

Como **objetivo específico** de esta investigación será determinar el índice de fallas superficiales (MDR) en el reconocimiento de patologías del pavimento rígido en la calle Real del distrito de Chilca, Huancayo 2019.

Como **objetivo específico** de esta investigación será determinar el índice de fallas superficiales (MDR) en la obtención de datos del MDR del pavimento rígido en la calle Real del distrito de Chilca, Huancayo 2019.

La **Hipótesis General** que se plantea es que la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) influye correctamente en la evaluación superficial del pavimento rígido de la calle Real, distrito Chilca, Huancayo.

La **Hipótesis específica** que se plantea es que la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) influye correctamente en el reconocimiento de patologías del pavimento rígido de la calle Real, distrito Chilca, Huancayo.

La **Hipótesis específica** que se plantea es que la aplicación del índice de fallas superficiales (MDR) influye correctamente en la obtención de datos del MDR de la calle Real, distrito Chilca, Huancayo.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación

Tipo de Investigación de acuerdo al fin

Es **aplicada**, según Behar (2008, p.20): “Tal tipo de investigación también es llamada dinámica, práctica y activa. Es único dado que busca la utilización y la aplicación de todo lo aprendido durante la investigación”

Por consiguiente, este trabajo de Investigación está dentro de este tipo de investigación (Aplicada).

Tipo de Investigación de acuerdo al nivel

Es **explicativo causal**, según Behar (2008):

Este tipo de investigación, requiere una combinación tanto de los métodos analíticos y sintéticos, en conjunto con el inductivo y deductivo, se trata de responder o dar cuenta del porqué del objeto de estudio que es investigado. Adicional a esto, el de describir el fenómeno que buscan explicar el comportamiento de las variables, como también su metodología es cuantitativa, en cuanto a su fin último es el de descubrir las causas. (p.21)

Por lo ende, este Trabajo de Investigación pretenderá explicar las causas del problema, de cómo fue la influencia; además es imprescindible para la formulación de la hipótesis, el cual sería **bivariada**.

Tipo de Investigación de acuerdo al diseño metodológico

No experimental, para Behar (2008, p.19) “Para esto, el investigador analiza y ve las cosas tal y como suceden los fenómenos que se presentan de forma natural, sin alterar algo durante su desarrollo.”

De **corte transversal**, para Fernández, Hernández y Baptista (2014, p.154), ya que “Se obtienen estos datos en un único periodo, en ese instante.”

2.2. Población, muestra y muestreo

La **unidad de análisis** constituye cada uno de los elementos que serán objeto de estudio para la presente investigación, el cuál será **el pavimento rígido**.

La **población** de este trabajo de investigación son todos los pavimentos rígidos conformados por la calle Real del distrito de Chilca, que en total son 4 km.

La **muestra** de dicho trabajo investigativo ha sido realizada por sugerencia de algunos autores citados. Para el cual nuestra muestra fue de 500 metros.

El **muestreo** es no probabilístico intencional porque se va a elegir áreas con la mayor falla posibles en la actual condición del pavimento rígido.

2.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos validez y confiabilidad

La **Técnica de recolección de datos** de esta investigación será la **observación** que está dado por la inspección visual y el cálculo de fallas superficiales del pavimento rígido.

El instrumento que se utilizará será la **ficha de observación** de recolección de datos, las curvas de calibración PAVER y la tabla de clasificación del MDR.

Para Herrera (como se citó en Bautista, 2019, p.20) “La ficha de observación es donde se registra las características más detalladas de las personas o lugares para obtener información que servirán para la investigación. Obtener información de la población establecida según sea el caso de esta investigación.”

La **validez**, según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.200), “En términos globales, es referido al grado en el que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.”

Nombre del experto	CIP	Validez del instrumento
Vargas Chacaltana Luis Alberto	194542	Aprobado
Salinas Ochoa Wilmer	126016	Aprobado
Castro Cayllahua Marcial	96809	Aprobado

De acuerdo a lo manifestado, la validez del instrumento debe ser muy objetiva. Para esta investigación el formato para la inspección visual del pavimento, la curva de calibración PAVER y la tabla de clasificación del MDR cumplieron con lo requerido.

Según Baptista, Fernández y Hernández (2014, p.200), de la **confiabilidad** nos dicen que “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su constancia aplicación al mismo objeto o individuo, producen resultados iguales.”

En este caso la confiabilidad será determinada por “el test retest”, el cual consiste en hacer la evaluación como mínimo 2 veces para un mejor resultado.

2.4. Procedimiento (pasos de la obtención de la información)

El procedimiento para la recolección de datos se realizó con la ayuda de instrumentos básicos tales como una wincha de 8 metros, una regla T, celular, hojas de recojo de información y un ayudante. Se inicio con el recorrer de la calle, observando los daños que se pondrán en evaluación en la zona ubicado en la calle Real del distrito de Chilca, Huancayo en tramos cada 100 metros, luego se procedió con la toma de datos para luego realizar cálculos en la computadora, y luego conocer la condición actual de la estructura vial con la ayuda de la tabla de calificación.

2.5. Método de análisis de datos: (procedimiento estadístico)

Se utilizó el IBM SPSS Statistics 25, Excel 2016 donde se realizó las gráficas correspondientes a la investigación, como también para la determinación del índice de fallas superficiales (MDR).

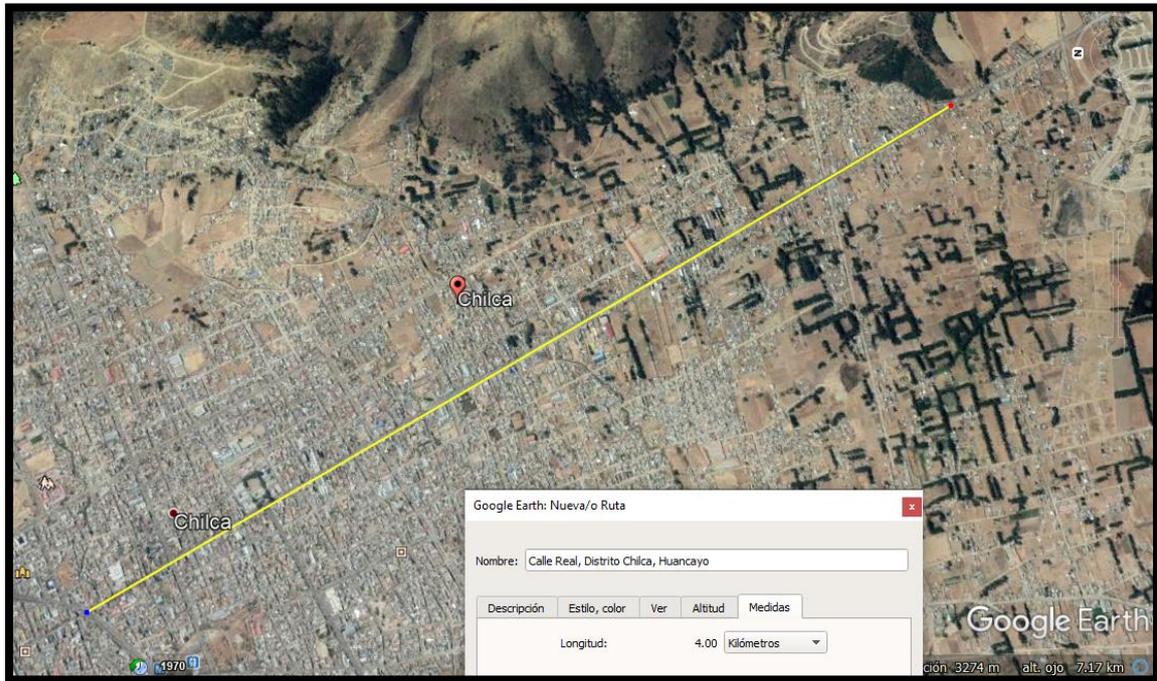
2.6. Aspectos éticos

Este trabajo investigativo se hizo respetando las normas, condiciones, y manuales, respetando la autoría de los investigadores citados. De esta misma forma se tuvo en cuenta la política de la UCV. Como también respetando la ley universitaria 30220 el cual indica que es menester producir investigaciones que aporten al conocimiento y desarrollo tecnológico de la sociedad y el país.

III. RESULTADOS (Análisis estadístico, descriptivo e inferencial)

Ubicación de la evaluación del pavimento rígido

Figura N°3: Ubicación del lugar



Fuente: Google Earth

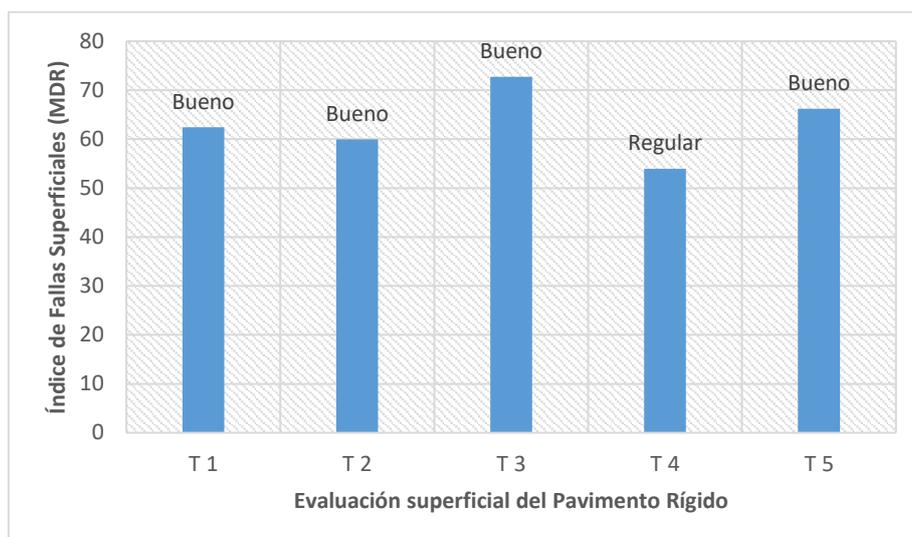
Análisis descriptivo del objetivo general

Tabla N°8: Índice de fallas superficiales (MDR)

TRAMO	PROGRESIVA	ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES	CALIFICACIÓN
T1	0+000 - 0+100	62.46	Bueno
T2	0+100 - 0+200	59.96	Bueno
T3	0+200 - 0+300	72.71	Bueno
T4	0+300 - 0+400	53.93	Regular
T5	0+400 - 0+500	66.22	Bueno

Fuente: Elaboración propia

Figura N°4: Gráfico del MDR con respecto a su calificación por tramos



Fuente: Elaboración propia

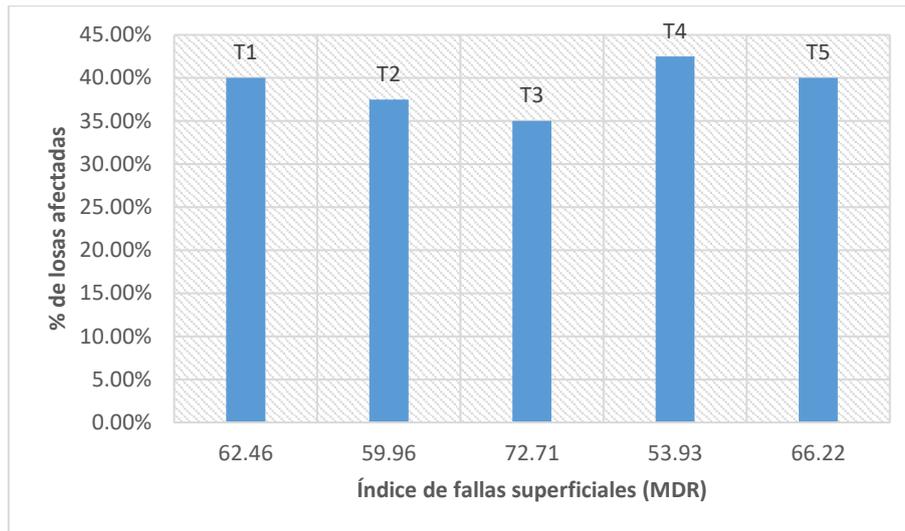
Interpretación: La evaluación superficial de la carretera, en la tabla N°8 y figura N°4, se puede observar que el MDR para el tramo 1, es de 62.46, lo cual indica que califica como bueno. Para el siguiente tramo se puede observar que el MDR es de 59.96, para lo cual indica que califica como bueno. En cuanto al MDR del tercer tramo, fue de 72.71 el cual nos dice que se encuentra en un estado superficial también bueno. El MDR para el tramo 4 fue de 53.93, lo cual muestra que el estado superficial del pavimento en dicho tramo es regular. Por último, para este tramo el MDR es de 66.72 y esto calificó a la superficie del pavimento como bueno.

TABLA N°9: Cuadro resumen de daños por severidades

TRAMO	PROGRESIVA	Nº PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL, PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL TRAMO	ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES (MDR)
T1	0+000 - 0+100	40	16	8.00%	40.00%	62.46
T2	0+100 - 0+200	40	15	7.50%	37.50%	59.96
T3	0+200 - 0+300	40	14	7.00%	35.00%	72.71
T4	0+300 - 0+400	40	17	8.50%	42.50%	53.93
T5	0+400 - 0+500	40	16	8.00%	40.00%	66.22
TOTAL		200	78	39.00%		

Fuente: Elaboración propia

Figura N°5: Gráfico de daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de Losas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En base a la evaluación superficial de pavimento rígido, la tabla N°9 y figura N°5, nos muestra que para el tramo 1, el porcentaje de losas afectadas por alguna patología fue de 40.00% respecto al total de placas en el tramo. Para el gram 2, nos muestra que el porcentaje de losas afectadas respecto al total de losas fue de 37.50%. En caso del tercer tramo nos dio a conocer que el porcentaje de losas afectadas fue del 35.00%, con respecto al total. El porcentaje de losas afectadas por alguna patología en el tramo 4 es del 42.50%, en relación al total de losas en el tramo. Por último, en el quinto tramo encontramos que el porcentaje de losas afectadas fue del 40.00%, con respecto al total de placas en el tramo.

También se puede apreciar que no guarda relación alguna el porcentaje de losas afectadas y el índice de fallas superficiales.

Análisis Inferencial

Prueba de hipótesis general

Para el análisis inferencial se utilizó el coeficiente Rho de Spearman, cuyos valores de rango son:

Tabla N°10: Rango de valores

Valor	Significado Correlación:
-1	Negativa grande y perfecta
Desde -0,9 hasta -0,99	Negativa muy alta
Desde -0,7 hasta -0,89	Negativa alta
Desde -0,4 hasta -0,69	Negativa moderada
Desde -0,2 hasta -0,39	Negativa baja
Desde -0,01 hasta -0,19	Negativa muy baja
0	Nula
Desde 0,01 hasta 0,19	Positiva muy baja
Desde 0,2 hasta 0,39	Positiva baja
Desde 0,4 hasta 0,69	Positiva moderada
Desde 0,7 hasta 0,89	Positiva alta
Desde 0,9 hasta 0,99	Positiva muy alta
1	Positiva grande y perfecta

Fuente: Elaboración propia

H0: El índice de fallas superficiales (MDR) no se relaciona correctamente con la evaluación superficial del pavimento rígido de la calle Real, distrito de Chilca, Huancayo 2019

H1: El índice de fallas superficiales (MDR) se relaciona correctamente con la evaluación superficial del pavimento rígido de la calle Real, distrito de Chilca, Huancayo 2019

Tabla N°11

Índice de fallas superficiales (MDR)	% Respecto al total de placas construidas en el tramo
62.46	40.00%
59.96	37.50%
72.71	35.00%
53.93	42.50%
66.22	40.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12

Correlaciones				
			Índice de fallas superficiales (MDR)	Evaluación superficial del pavimento rígido
Rho de Spearman	Índice de fallas superficiales (MDR)	Coefficiente de correlación	1,000	-,667
		Sig. (bilateral)	.	,219
		N	5	5
	Evaluación superficial del pavimento rígido	Coefficiente de correlación	-,667	1,000
		Sig. (bilateral)	,219	.
		N	5	5

Fuente: Elaboración propia

Como el coeficiente de correlación de Spearman dio un resultado de -0.667, indica que la correlación entre el índice de fallas superficiales (MDR) y la evaluación superficial del pavimento rígido tiene una correlación negativa moderada. Además, el nivel de significancia es mayor a 0.05 ($0.219 > 0.05$); por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna; es decir, existe evidencia estadística para afirmar que el índice de fallas superficiales (MDR) no influye correctamente en la evaluación superficial.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se pudo observar en los resultados que el índice de fallas superficiales (MDR) no influye correctamente en la evaluación superficial del pavimento rígido, pero si demuestra que este es un factor significativo para determinar el índice de fallas superficiales (MDR) y poder así clasificarlas dentro de un rango para conocer el estado superficial actual del pavimento.

En cuanto al primer objetivo específico se pudo observar en los resultados que el índice de fallas superficiales (MDR) no influye correctamente en el reconocimiento de patologías del pavimento rígido, pero si demuestra que el reconocimiento de patologías del pavimento rígido es un factor significativo para determinar el índice de fallas superficiales (MDR) y poder así clasificarlas dentro de un rango para conocer el estado superficial actual del pavimento.

En cuanto al segundo objetivo específico se pudo observar en los resultados que el índice de fallas superficiales (MDR) no influye correctamente en la obtención de datos del MDR del pavimento rígido, pero si demuestra que la obtención de datos del MDR del pavimento rígido es un factor significativo para determinar el índice de fallas superficiales (MDR) y poder así clasificarlas dentro de un rango para conocer el estado superficial actual del pavimento.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que mencionan distintos autores tales como:

Farfán (2018), que nos indica que el MDR determina el grado de deterioro en la estructura física del pavimento.

Para la firma TNM (2000) en su informe final nos dice que el MDR es un indicativo que por el cual se determina la condición del pavimento.

De acuerdo a lo investigado se supo que el índice de fallas superficiales sirve para determinar el estado superficial actual del pavimento rígido y no influye en forma directa a la evaluación.

Para poder evaluar superficialmente a los pavimentos se cuenta con las siguientes metodologías: El PCI, El IRI, El método VIZIR y el MDR, y este último siendo uno de los parámetros más importantes para la evaluación superficial del pavimento. El método utilizado en nuestra investigación fue el MDR.

Por otro lado, se consultaron tesis que tenían una relación referencial con la presente investigación. Estas nos permitieron entender el tema de estudio mediante teorías, objetivos y conclusiones.

Para lograr alcanzar el objetivo de la presente investigación, se trabajó con sus respectivos instrumentos de medición tanto para la primera variable, índice de fallas superficiales y su determinación de la variable 2, evaluación superficial del pavimento rígido. Para proceder con el uso adecuado de los instrumentos se tuvo en cuenta el juicio y la opinión de los expertos que validaron la validez y la confiabilidad del instrumento.

V. CONCLUSIONES

- ✓ **Primera.** Se comprobó que el coeficiente de correlación de Spearman dio un resultado de -0.667, indica que la correlación entre el índice de fallas superficiales (MDR) y la evaluación superficial del pavimento rígido tiene una correlación negativa moderada. Además, el nivel de significancia es mayor a 0.05 ($0.219 > 0.05$); por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna; es decir, existe evidencia estadística para afirmar que el índice de fallas superficiales (MDR) no influye correctamente en la evaluación superficial del pavimento rígido de la calle Real, distrito de Chilca, Huancayo 2019.
- ✓ **Segunda.** Como lo demuestra el coeficiente de correlación de Spearman existe correlación negativa entre el índice de daños superficiales y la evaluación superficial del pavimento rígido, puesto que esta última variable es un factor independiente que ayuda a determinar el MDR.
- ✓ **Tercera.** Concluimos que las fallas encontradas en la calle Real fueron causados factores climáticos, al tener temperaturas extremas y el congestionamiento al ser una vía principal.
- ✓ **Cuarta.** Concluimos en que debemos tener en consideración a **la severidad** el cual indica el nivel de gravedad del daño; el cual posee tres niveles de calificación como bueno, regular o malo además vimos que la severidad es indispensable para la determinación del MDR.

VI. RECOMENDACIONES

Primera. Como existe una similitud negativa moderada, se recomienda implementar el estudio del índice de fallas superficiales para la evaluación superficial del pavimento rígido de la calle Real, distrito Chilca, Huancayo 2019.

Segunda, como recomendación sería el de implementar la metodología MDR a nivel internacional, ya que esta muestra una evaluación de fallas superficiales exactas en conjunto con la curva de calibración PAVER para el pavimento rígido. Adicional a esto, dicha metodología solo es usada en Colombia, ya que fueron calibradas en Bogotá.

Tercera. según Buitrago y Cano (2011) nos dicen que esta metodología (IDU), no tiene un rango de magnitudes en cuanto al área de la unidad de muestreo y esta elección está basado en criterios de uniformidad de las condiciones en las que se encuentra el área que queremos evaluar.

Entonces es recomendable evaluar en tramos menores a 100 metros, para que así la evaluación sea más precisa, en nuestro caso se tomó cada 100 m.

Cuarta. para la presente investigación se presentó la metodología IDU 2008, para lo cual nos basamos en función a los lineamientos de la metodología PAVER, que establecía tan solo 6 tipos de fallas en la curva de calibración PAVER, por lo cual nos limita a determinar mayor cantidad de patologías en el estudio superficial del pavimento rígido.

REFERENCIAS

- ✓ AASHTO, (1992). Guía para Diseño de estructuras de pavimentos. Comité Ejecutivo.
- ✓ BEHAR, Daniel. Metodología de la Investigación. Colombia. 2008, 94pp.
ISBN 978-959-212-783-7
- ✓ BUITRAGO, Johanna y CANO, Diana. Análisis comparativo de metodologías de auscultación de pavimentos flexibles. Tesis (Grado de ingeniero civil). Colombia: Universidad Militar nueva Granada, 2011, 73pp.
- ✓ CAMPOS, Adrian, GARCIA, René and TITLLOCH DE ARMAS, Raul 2016. Rigid pavement surface characteristics of international airport "Abel Santa María" in Santa Clara, Cuba. Villa Clara: 18th scientific convention of engineering and architecture at the Havana Convention Palace. 2016. 9pp.
- ✓ CANO, Abel. Management of airport pavements by means of surface cracking indicators. Madrid: Polytechnic University of Madrid. 2017. 74pp.
- ✓ CARRASCAL, Eduardo y PALACIO, Dainer. Análisis del deterioro del pavimento rígido de la calle 4 entre carreras 25 y 27 del barrio Marabel de Ocaña norte de Santander. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. 2016, 34pp.
- ✓ CEDEÑO, Jefferson. Evaluación de la condición de la losa de concreto hidráulico del pavimento rígido de la calle 5ta San José Sur Quevedo por método PCI. Colombia: Universidad de Guayaquil. 2016, 130pp.
- ✓ CRUZ, Jorge. Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado. Tesis (Grado de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2018, 116pp.
- ✓ FARFAN, Camilo. Evaluación del mantenimiento implementado en el pavimento rígido del sector de la carrera décima entre calle 7 y calle 26 en la ciudad de Bogotá. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. 2018, 21pp.
- ✓ GRUPO TÉCNICO – CONVENIO 587 DE 2003. Estudio e investigación del estado actual de las obras de la red nacional de carreteras. Bogotá. 2006, 65pp.
- ✓ HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. México. 2014. 634pp.
ISBN: 978-1-4562-2396-0

- ✓ H.H. Al-Ghafri and M.A. Javid. Comparative Analysis of Rigid Pavement using Westergaard Method and Computer Program. Nizwa: University of Nizwa. 2018. 12pp.
- ✓ HUMPIRI, Katia. Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno. Juliaca. 2015, 171pp.
- ✓ INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO. Documentos maestros de inventario y diagnóstico vial. 2000.
- ✓ INVIAS, 2002. Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Colombia. Instituto Nacional de Vías.
- ✓ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. 2013.
- ✓ Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Pavimentos De Concreto Hidráulico. III Seminario Nacional De Gestión Y Normatividad Vial. 16pp.
- ✓ PUGA, Cecilia. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). Ecuador: Universidad de Cuenca. 2018. 128pp.
- ✓ RODRIGUEZ, Yony y MAGUIÑA, Marco. 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. Huaraz: Universidad Católica los Ángeles Chimbote. 2016, 96pp.
- ✓ RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: materiales, construcción y diseño. Colombia: Empresa editora Macro EIRL, 2015. 605pp.
ISBN: 978-612-304-263-9
- ✓ SILVA, Willy. Evaluación superficial del pavimento rígido en la calle prolongación pedro cornejo cuadras N° 01 – 05 del distrito y provincia de Jaén – Cajamarca. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca. 2018, 219pp.
- ✓ TORRES, Lucy. Evaluación Superficial del pavimento rígido aplicando el método pavement condition index (PCI), en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash. Trujillo: Universidad César Vallejo. 2018. 97pp.
- ✓ SALINAS, Wuindor, ROJAS, Orlando y JIMÉNES, Yanina. Evaluación Superficial De Pavimento Rígido Utilizando Método Índice De Condición De Pavimento, La Avenida Pakamuros Provincia De Jaén, Cajamarca, 2019. Chiclayo: Universidad César Vallejo. 2019, 72pp.

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Índice De Fallas Superficiales (MDR)	Buitrago y Cano (2011, p.17) indican que: “Los daños o fallas superficiales se califican en función al índice de fallas llamado MDR (Modified Distress Rating) o índice de fallas superficiales del pavimento. Este parámetro varía en un rango de 0 a 100, donde 0 representa una vía completamente destruida y 100 un pavimento en perfecto estado de su superficie.”	El MDR se clasifica por rangos de las cuales según su condición serán: Excelente, bueno, regular o malo.	Rango Del MDR	Rango de 79 -100 Rango de 59-78 Rango de 40-58 Rango de 0-39	Tabla de clasificación	Excelente Bueno Regular Malo

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Evaluación Superficial del Pavimento Rígido	Solminihac (como se citó en Silva, 2018, p.13) nos indica que: “La evaluación de los pavimentos en sí consiste en un informe, por el cual se representa el estado de la superficie de la capa de rodadura, y de tal modo se podrá adoptar las medidas adecuadas para la reparación y su respectivo mantenimiento, por los cuales se pretende alargar la vida útil de los pavimentos.”	La identificación de patologías se hace teniendo en cuenta el tipo, severidad y dimensión de este.	Reconocimiento de Patologías	Tipos Severidad Dimensión	Formato para la inspección visual de pavimento	Nominal
		La obtención de datos se dará cuando se realice el cálculo respectivo mediante la fórmula dado por WSDOT: $MDR = 100 - \sqrt{\sum(p_n)^2}$	Obtención de datos del MDR	Peso de ponderación del daño (pn)	Curva de calibración PAVER	Nominal

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

ASPECTO POR EVALUAR						OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES / SUGERENCIAS	
Índice De Fallas Superficiales (MDR)	Rango Del MDR	Rango de 79 -100 Rango de 59-78 Rango de 40-58 Rango de 0-39	Tabla de clasificación	Excelente Bueno Regular Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Evaluación Superficial del Pavimento Rígido	Reconocimiento de Patologías	Tipos Severidad Dimensión	Formato para la inspección visual de pavimento	Alto Medio Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Obtención de datos del MDR		Curva de calibración PAVER		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Firma del experto:				Fecha				


LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 194542

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES (IMDR) EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, CALLE REAL, DISTRITO CHILCA – HUANCAYO, 2019						
Apellidos y nombres del investigador: PORRAS ROJAS, Denis Fortunato						
Apellidos y nombres del experto: CASTRO CAYLLAHUA, Marcial						
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE / OBSERVACIONES / SUGERENCIAS
Índice De Fallas Superficiales (IMDR)	Rango Del IMDR	Rango de 79 -100	Tabla de clasificación	Excelente	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Rango de 59-78		Bueno	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Rango de 40-58		Regular	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Rango de 0-39		Malo	<input type="checkbox"/>	
Evaluación Superficial del Pavimento Rígido	Reconocimiento de Patologías	Tipos Severidad Dimensión	Formato para la inspección visual de pavimento	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	
				Medio	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Obtención de datos del MDR	Peso de ponderación del daño (pn)	Curva de calibración PAVER	Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	
Firma del experto:				Fecha 12 / 11 / 19		


CASTRO CAYLLAHUA, MARCIAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 1470883

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES (MDR) EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, CALLE REAL, DISTRITO CHILCA – HUANCAYO, 2019						
Apellidos y nombres del investigador: PORRAS ROJAS, Denis Fortunato						
Apellidos y nombres del experto: SALINAS OCHOA, Wilmer						
ASPECTO POR EVALUAR				OPINIÓN DEL EXPERTO		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento	ESCALA	SI CUMPLE	NO CUMPLE / OBSERVACIONES / SUGERENCIAS
Índice De Fallas Superficiales (MDR)	Rango Del MDR	Rango de 79 -100 Rango de 59-78 Rango de 40-58 Rango de 0-39	Tabla de clasificación	Excelente Bueno Regular Malo	<input checked="" type="checkbox"/>	
Evaluación Superficial del Pavimento Rígido	Reconocimiento de Patologías	Tipos Severidad Dimensión	Formato para la inspección visual de pavimento	Alto Medio Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Obtención de datos del MDR				Paso de ponderación del daño (pn)	Curva de calibración PAVER
Firma del experto:						
				Fecha 12/11/19		

Anexo N°1: Formato para la inspección visual del pavimento rígido

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES (MDR) EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
CALLE REAL, DISTRITO CHILCA – HUANCAYO, 2019

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

LOCALIDAD: Chilca - Huancayo

FECHA: 05/11/2019

NOMBRE DE LA VÍA: Calle Real

EVALUADO POR: Denis Porras

HOJA: 1 DE: 2

TRAMO	N° Placa		Dimensiones de la Losa		FALLAS SUPERFICIALES								ACLARACIONES	
	#	Letra	Largo (m)	Ancho (m)	Tipo	Severidad	FALLAS							
							Largo (m)	Ancho (m)	N° Bloq	Altura (m)	Ancho de Fis	Lon to Jun t %		
PR 0+275	55	A	5	3.9	DSJ	A	2.10						42%	
PR 0+262	53	A	5	3.9	BCH	M	0.62	0.50		0.030				
PR 0+255	51	B	5	3.9	DSJ	A	2.53					51%		
PR 0+247	50	B	5	3.9	FT	A	2.30				0.055			
PR 0+241	49	A	5	3.9	FE	A	1.96				0.090			
PR 0+234	47	B	5	3.9	FE	A	1.03				0.018			
PR 0+230	46	A	5	3.9	DSJ	M	0.88					23%		
PR 0+223	45	B	5	3.9	FT	M	1.52				0.006			
PR 0+218	44	A	5	3.9	FT	B	0.62				0.002			
PR 0+216	44	B	5	3.9	FT	M	0.59				0.003			
PR 0+207	42	A	5	3.9	FT	A	1.22				0.056			
PR 0+194	39	B	5	3.9	BCH	A	0.53	0.41		0.051				
PR 0+188	38	B	5	3.9	DLM	A	0.95	0.68		0.075				
PR 0+174	35	A	5	3.9	LS	A	5.00	3.90	11					
PR 0+172	35	B	5	3.9	FL	A	2.90				0.082			
PR 0+168	34	B	5	3.9	FT	A	1.21				0.027			
PR 0+162	33	A	5	3.9	FT	A	2.36				0.054			
PR 0+155	31	B	5	3.9	DSJ	M	0.79					20%		
PR 0+153	31	B	5	3.9	BCH	A	0.51	0.43		0.053				
PR 0+146	30	B	5	3.9	FE	A	0.83				0.032			
PR 0+142	29	A	5	3.9	FT	M	0.47				0.007			
PR 0+138	28	B	5	3.9	FL	A	2.40				0.022			
PR 0+132	27	A	5	3.9	FT	A	1.82				0.030			
PR 0+127	26	B	5	3.9	FL	A	1.52				0.085			
PR 0+121	25	A	5	3.9	FE	A	0.48				0.006			
PR 0+115	23	B	5	3.9	DSJ	B	0.62					16%		
PR 0+106	22	A	5	3.9	FE	A	0.53				0.004			
PR 0+098	20	A	5	3.9	FT	A	1.27				0.016			
PR 0+094	19	B	5	3.9	FT	A	1.36				0.028			
PR 0+079	16	B	5	3.9	FL	A	2.60				0.050			
PR 0+074	15	A	5	3.9	BCH	A	0.41	0.34		0.076				
PR 0+071	15	A	5	3.9	FE	A	0.63				0.010			
PR 0+064	13	A	5	3.9	DLM	A	1.26	0.50		0.045				
PR 0+060	12	A	5	3.9	DSJ	M	1.30					33%		
PR 0+057	12	B	5	3.9	FL	A	3.60				0.030			
PR 0+054	11	B	5	3.9	LS	A	5.00	3.90	6					
PR 0+048	10	B	5	3.9	BCH	A	0.35	0.20		0.050				
PR 0+046	10	A	5	3.9	FE	A	0.70				0.008			
PR 0+041	9	A	5	3.9	FL	A	3.60				0.070			
PR 0+038	8	A	5	3.9	FT	A	1.80				0.020			
PR 0+035	7	A	5	3.9	DSJ	B	0.40					10%		
PR 0+033	7	B	5	3.9	DLM	A	0.37	0.26		0.070				
PR 0+031	7	B	5	3.9	FE	M	0.50				0.002			
PR 0+029	6	A	5	3.9	FL	A	2.80				0.035			
PR 0+022	5	A	5	3.9	FT	M	1.70				0.010			

Observaciones:

Número de Calzadas: 1 PR Inicial: 0 + 000 Km Espesor de la losa: 0.20 m
 Número de carriles por Calzadas: 2 PR Final: 0 + 500 Km

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°2: Formato para la inspección visual del pavimento rígido

APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES (MDR) EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO,
CALLE REAL, DISTRITO CHILCA – HUANCAYO, 2019

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

LOCALIDAD: Chilca - Huancayo

FECHA: 05/11/2019

NOMBRE DE LA VÍA: Calle Real

EVALUADO POR: Denis Porras

HOJA: 2 DE: 2

TRAMO	N° Placa		Dimensiones de la Losa		FALLAS SUPERFICIALES							ACLARACIONES	
	#	Letra	Largo (m)	Ancho (m)	Tipo	Seve- ridad	FALLAS						Lon to Junt %
							Largo (m)	Ancho (m)	N° Bloq	Altura (m)	Ancho de Fis		
PR0+498	100	A	5	3.9	FE	A	0.88					0.040	
PR0+495	99	A	5	3.9	DSJ	M	1.32						34%
PR0+489	98	B	5	3.9	FE	A	0.62					0.022	
PR0+482	97	B	5	3.9	BCH	A	0.44	0.37	0.070				
PR0+476	96	B	5	3.9	DLM	A	1.22	0.85	0.070				
PR0+463	93	A	5	3.9	BCH	A	0.62	0.41	0.050				
PR0+458	92	A	5	3.9	FL	A	0.55					0.023	
PR0+450	90	A	5	3.9	DSJ	B	0.53						14%
PR0+447	90	B	5	3.9	FT	A	1.84					0.021	
PR0+442	89	A	5	3.9	FT	A	2.33					0.054	
PR0+439	88	B	5	3.9	FE	A	0.53					0.020	
PR0+435	87	A	5	3.9	DSJ	M	0.87						22%
PR0+431	87	B	5	3.9	FE	A	0.52					0.010	
PR0+423	85	A	5	3.9	FT	M	0.69					0.008	
PR0+416	84	A	5	3.9	FL	M	1.32					0.010	
PR0+405	81	A	5	3.9	DSJ	M	1.34						34%
PR0+397	80	B	5	3.9	FE	A	0.92					0.005	
PR0+393	79	A	5	3.9	BCH	A	0.71	0.63	0.06				
PR0+388	78	A	5	3.9	DLM	A	1.21	1.05	0.085				
PR0+384	77	B	5	3.9	FT	A	1.33					0.035	
PR0+380	76	B	5	3.9	FL	A	2.35					0.026	
PR0+376	76	B	5	3.9	FE	A	0.65					0.020	
PR0+371	75	B	5	3.9	FE	A	0.63					0.036	
PR0+365	73	A	5	3.9	DSJ	M	1.81						36%
PR0+359	72	B	5	3.9	DLM	A	1.10	0.92	0.045				
PR0+352	71	A	5	3.9	FT	A	1.32					0.025	
PR0+348	70	A	5	3.9	FL	A	2.10					0.030	
PR0+343	69	A	5	3.9	FL	A	2.30					0.070	
PR0+337	68	B	5	3.9	FL	A	2.80					0.068	
PR0+332	67	A	5	3.9	BCH	A	0.62	0.60	0.080				
PR0+325	65	B	5	3.9	FL	A	2.36					0.050	
PR0+319	64	A	5	3.9	FT	A	1.28					0.045	
PR0+314	63	B	5	3.9	BCH	A	0.51	0.43	0.060				
PR0+306	62	A	5	3.9	BCH	A	0.36	0.22	0.065				
PR0+291	59	A	5	3.9	FT	A	1.52					0.020	
PR0+285	57	B	5	3.9	FL	A	1.20					0.028	
PR0+278	56	A	5	3.9	FT	A	2.30					0.080	
Observaciones:													

Número de Calzadas: 1 PR Inicial: 0 +000 Km Espesor de la losa: 0.20 m

Número de carriles por Calzadas: 2 PR Final: 0 +500 Km

Fuente: Elaboración propia

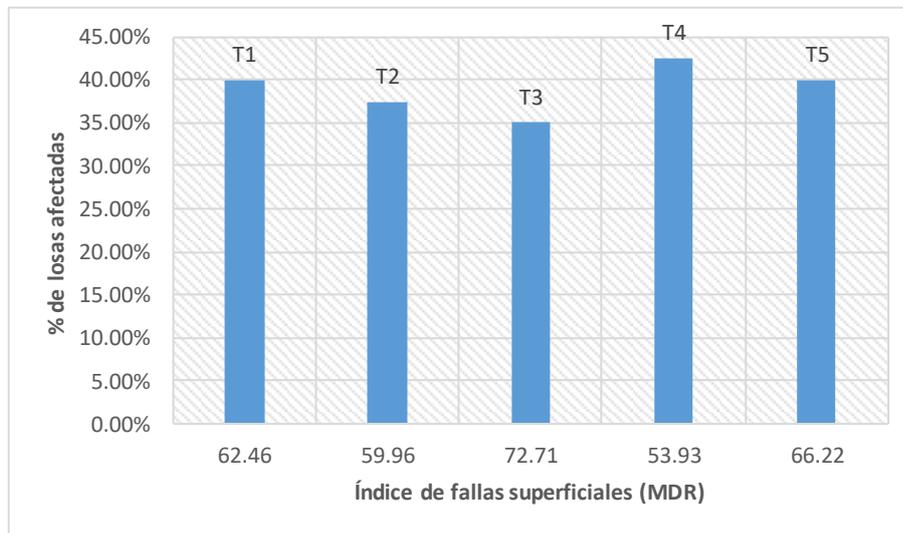
Anexo N°3: Cálculo de deterioro del pavimento por tramos

Cálculo de la afectación por número de losas

Figura . Cuadro resumen de daños por severidades

TRAMO	PROG INICIAL	PROG FINAL	Nº PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL TRAMO
62.46	0+000	0+100	40	16	8.00%	40.00%
59.96	0+100	0+200	40	15	7.50%	37.50%
72.71	0+200	0+300	40	14	7.00%	35.00%
53.93	0+300	0+400	40	17	8.50%	42.50%
66.22	0+400	0+500	40	16	8.00%	40.00%
TOTAL			200	78	39.00%	

Figura . Gráfico de daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de Losas



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°4: Cuadro de resumen de patologías encontradas

Figura . Cuadro resumen de patologías encontradas

TRAMO	PR INICIAL	PATOLOGÍA	SEVERIDAD	Nº DE PLACAS AFECTADAS
1	0+000	FT	A	3
		FT	M	1
		FL	A	4
		FE	A	2
		FE	M	1
		DLM	A	2
		DSJ	M	1
		DSJ	B	1
		BCH	A	2
LS	A	1		
2	0+100	FE	A	3
		DSJ	M	1
		DSJ	B	1
		FL	A	3
		FT	A	3
		FT	M	1
		BCH	A	2
		DLM	A	1
		LS	A	1
3	0+200	FT	A	4
		FT	M	2
		FT	B	1
		DSJ	A	2
		DSJ	M	1
		FE	A	2
		BCH	M	1
		FL	A	1
4	0+300	BCH	A	4
		FT	A	3
		FL	A	5
		DLM	A	2
		DSJ	M	1
		FE	A	3
5	0+400	FE	A	4
		DSJ	M	3
		DSJ	B	1
		BCH	A	2
		DLM	A	1
		FL	A	1
		FL	M	1
		FT	A	2
FT	M	1		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°5: Cálculo del MDR por severidad y % de extensión

TRAMO 1 : (0+000 - 0+100)			TOTAL LOSAS (TRAMO 1) = 40			
Patologías	Severidad	Nº de Placas Afectadas	Longitud Junta Afectada (m)	% de Extensión Area Afectada	Peso de Ponderación (pn)	(pn) ²
FT	A	3		8%	18	324
FT	M	1		3%	4	16
FL	A	4		10%	19	361
FE	A	2		5%	15	225
FE	M	1		3%	5	25
DLM	A	2		5%	13	169
DSJ	M	1	1.3	1%	4	16
DSJ	B	1	0.4	0%	2	4
BCH	A	2		5%	13	169
LS	A	1		3%	10	100
					Σ =	1409
					MDR =	62.46
					CALIFICACIÓN	Bueno

TRAMO 2 : (0+100 - 0+200)			TOTAL LOSAS (TRAMO 2) = 40			
Patologías	Severidad	Nº de Placas Afectadas	Longitud Junta Afectada (m)	% de Extensión Area Afectada	Peso de Ponderación	(pn) ²
FE	A	3		8%	25	625
DSJ	M	1	0.79	0%	4	16
DSJ	B	1	0.62	0%	2	4
FL	A	3		8%	18	324
FT	A	3		8%	18	324
FT	M	1		3%	4	16
BCH	A	2		5%	13	169
DLM	A	1		3%	5	25
LS	A	1		3%	10	100
					Σ =	1603
					MDR =	59.96
					CALIFICACIÓN	Bueno

TRAMO 3 : (0+200 - 0+300)			TOTAL LOSAS (TRAMO 3) = 40			
Patologías	Severidad	Nº de Placas Afectadas	Longitud Junta Afectada (m)	% de Extensión Area Afectada	Peso de Ponderación	(pn) ²
FT	A	4		10%	19	361
FT	M	2		5%	5	25
FT	B	1		3%	2	4
DSJ	A	2	2.53	1%	8	64
DSJ	M	1	0.88	0%	4	16
FE	A	2		5%	15	225
BCH	M	1		3%	5	25
FL	A	1		3%	5	25
					Σ =	745
					MDR =	72.71
					CALIFICACIÓN	Bueno

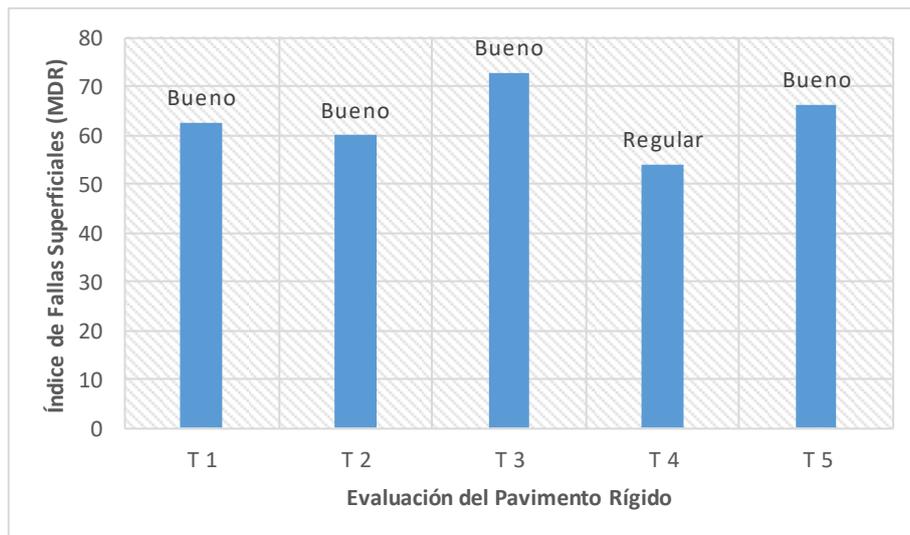
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°6: Cálculo del MDR por severidad y % de extensión

TRAMO 4 : (0+300 - 0+400)		TOTAL LOSAS (TRAMO 4) =		40		
Patologías	Severidad	Nº de Placas Afectadas	Longitud Junta Afectada (m)	% de Extensión Area Afectada	Peso de Ponderación (pn)	(pn) ²
BCH	A	4		10%	23	529
FT	A	3		8%	18	324
FL	A	5		13%	22	484
DLM	A	2		5%	12	144
DSJ	M	1	1.81	1%	4	16
FE	A	3		8%	25	625
					Σ =	2122
					MDR =	53.93
					CALIFICACIÓN	Regular

TRAMO 5 : (0+400 - 0+500)		TOTAL LOSAS (TRAMO 5) =		40		
Patologías	Severidad	Nº de Placas Afectadas	Longitud Junta Afectada (m)	% de Extensión Area Afectada	Peso de Ponderación	(pn) ²
FE	A	4		10%	28	784
DSJ	M	3	1.34	1%	4	16
DSJ	B	1	0.53	0%	2	4
BCH	A	2		5%	13	169
DLM	A	1		3%	5	25
FL	A	1		3%	5	25
FL	M	1		3%	3	9
FT	A	2		5%	10	100
FT	M	1		3%	3	9
					Σ =	1141
					MDR =	66.22
					CALIFICACIÓN	Bueno

TRAMO	ÍNDICE DE FALLAS SUPERFICIALES	CLASIFICACIÓN
T 1	62.46	Bueno
T 2	59.96	Bueno
T 3	72.71	Bueno
T 4	53.93	Regular
T 5	66.22	Bueno



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°7: Falla losa subdividida



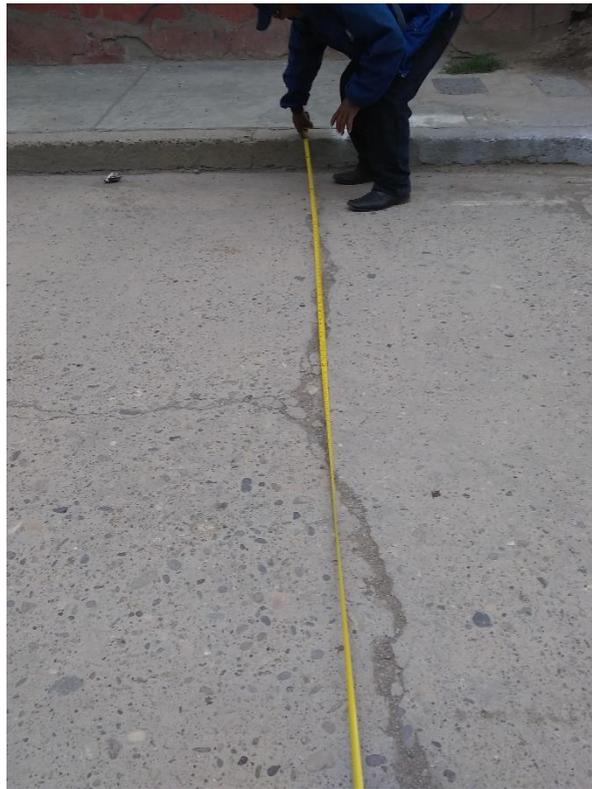
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°8: Falla por Dislocamiento



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°9: Fisura Transversal



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°10: Fisura Longitudinal



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°11: Fisura de Esquina



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°12: Baches



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°13: Inicio del tramo



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°14: Fin del tramo



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°15: Ayudante para la evaluación



Fuente: Elaboración propia