



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del estado de conservación del Pavimento Articulado  
de la vía La libertad en el distrito de Moche –Trujillo – 2020**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL**

**AUTORES:**

Giron Ramirez, Gerardo Manuel (ORCID: 0000-0002-7738-5442)

Ríos García, Shirly Vanessa (ORCID: 0000-0002-3621-732X)

**ASESORA:**

Dra. Gálvez Carrillo, Rosa Patricia (ORCID: 0000-0002-4612-109X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

## DEDICATORIA

Por otorgarnos la vida, por estar presente en cada momento de nuestras vidas, por iluminar nuestros caminos y enseñarnos a levantarnos cada vez que queríamos rendirnos, por la sabiduría que nos brindaste y por poner en nuestros caminos a esas personas quienes fueron nuestra fuerza y apoyo para seguir con nuestros sueños.

A DIOS Y A NUESTROS PADRES

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Cesar Vallejo por ser nuestra casa de estudios y formarnos profesionalmente.

A nuestra asesora Dra. Gálvez Carrillo, Rosa Patricia por su apoyo en la realización del presente trabajo de investigación, y por motivarnos para salir exitosos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE .....	iv
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes de la investigación .....	3
2.2. Bases de Teóricas.....	6
2.3. Marco Conceptual.....	7
2.4. Formulación de Hipótesis.....	9
III. MÉTODO.....	10
3.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	10
- Tipo de Investigación.....	10
- Diseño de Investigación.....	10
3.2. Variables y Operacionalización.....	11
3.3. Población Muestra y Muestreo.....	12
3.4. Técnica e Instrumentos de Recoleccion de Datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de Análisis de Datos.....	13
3.7. Aspectos Éticos.....	13
IV. RESULTADOS .....	14
4.1. Identificación y Características de los Deterioros.....	14
4.2. Cálculo del Índice de Condición Estructural ICE .....	18
4.3. Cálculo del Índice de Condición Funcional ICF .....	23
4.4. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento ICP .....	25
4.5. Estado de Conservación del Pavimento.....	26
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	29
VII. RECOMENDACIONES .....	30
VIII. REFERENCIAS .....	31
XI. ANEXOS	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Porcentaje de área afectada .....	19
Tabla N° 02: Porcentaje de área equivalente afectada .....	21
Tabla N° 03: Factor de Penalización por área afectada (FA) .....	22
Tabla N° 04: Porcentaje de área equivalente afectada .....	23
Tabla N° 05: Factor de penalización por área afectada (FA) .....	24
Tabla N° 06: Matriz para el cálculo ICP.....	25
Tabla N° 07: Estado de conservación y categorías de acción .....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Ubicación de Proyecto .....	14
Figura N° 02: Deterioro por Depresión .....	15
Figura N° 03: Deterioro por Fracturamiento .....	15
Figura N° 04: Deterioro por Escalonamiento entre Adoquines .....	16
Figura N° 05: Deterioro por Pérdida de Arena .....	16
Figura N° 06: Deterioro por Vegetación en Calzada .....	17
Figura N° 07: Deterioro por Abultamiento .....	17
Figura N° 08: Deterioro por Desgaste Superficial.....	18
Figura N° 09: Gráfico Deterioro por Desgaste Superficial .....	20
Figura N° 10: Porcentaje de Pavimento Afectado .....	20

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal evaluar el estado de conservación del pavimento articulado de la vía La Libertad del Km 00+400 – Km 00+500 del distrito de Moche, provincia de Trujillo. El diseño de investigación fue no experimental, Transversal, Descriptivo Simple. La población fue, la vía La Libertad con una longitud de 2.55 km, entre la carretera auxiliar Panamericana Norte y la carretera Campiña de Moche, como muestra se consideró 100 metros de carretera partiendo del Km00+400 hasta el Km00+500. Se utilizó la técnica de observación directa y como instrumento una ficha de observación de acuerdo a la metodología ICP.

Aplicando la metodología ICP se obtuvo como resultado que el pavimento evaluado presenta un estado de conservación “Regular”, con un índice de condición de pavimento ICP de 3 y un índice de condición estructural ICE y funcional ICF de 76.96 y 68.66 respectivamente; por otro lado, se encontraron 7 tipos de deterioros, siendo los más representativos: los deterioros por desgaste superficial y vegetación en calzada con un porcentaje de área afectada de 5.12% y 2.75% respectivamente. Finalmente se concluye que el pavimento evaluado requiere de mantenimiento rutinario debido al estado de conservación que presenta.

Palabras Claves: Pavimento Articulado, Índice de Condición de Pavimento, Deterioros, Nivel de severidad.

## ABSTRACT

The main objective of this research work was to assess the state of conservation of the articulated pavement of the La Libertad highway at Km 00 + 400 - Km 00 + 500 in the Moche district, Trujillo province. The research design was non-experimental, Transversal, Simple Descriptive. The population was, the La Libertad road with a length of 2.55 km, between the auxiliary Panamericana Norte highway and the Campiña de Moche highway, as a sample it is considered 100 meters of highway starting from Km00 + 400 up to Km00 + 500. The direct observation technique and as an instrument an observation sheet according to the ICP methodology. Applying the ICP methodology it was obtained as a result that the evaluated pavement presents a "Regular" state of conservation, with an ICP pavement condition index of 3 and an ICE structural and ICF functional condition index of 76.96 and 68.66 respectively, on the other hand 7 types of deterioration were found, the most representative being damage due to surface wear and vegetation on the road, with a percentage of damaged area of 5.12% and 2.75% respectively. Finally, it is concluded that the evaluated pavement requires routine maintenance due to its state of conservation.

Keywords: Articulated Pavement, Pavement Condition Index, Deteriorations, Severity level.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional uno de los países con mayor déficit en infraestructura vial es Haití, con 4.266 kilómetros de carreteras construidas (BBC NEWS, 2015). Por otro lado, Colombia presenta un déficit vial ya que requiere 45000 Kilómetros de vías adicionales para aumentar su productividad y crecimiento económico. (Banco Interamericano de Desarrollo, 2019)

A nivel nacional el fenómeno del niño del 2017 causó daños en la infraestructura vial del país tanto que se estima que el 80% de las carreteras están en mal estado y requiere mantenimiento y reparación. (Diario Correo 2019) Cada vez la calidad y estado de conservación de las carreteras está disminuyendo ya que según el índice de competitividad global en el periodo 2015-2016 el País pasó del puesto 92 al 111. (Diario Gestión, 2016)

En Perú, los tipos de pavimentos más usados para construir carreteras a lo largo del país son flexibles, rígidos y articulados, el más común es el flexible, pero este presenta muchos deterioros y duran menos, por otro lado los pavimentos articulados presentan más ventajas como: fácil elaboración, fácil reparación, superficialmente se comportan bien y un mejor estado de conservación a través del tiempo; lamentablemente en nuestro país no se utiliza mucho este tipo de pavimento, y en las zonas que se utilizan no se les hace su respectiva evaluación para su mantenimiento.

En la ciudad de Trujillo existen algunas vías con pavimento articulado que son utilizados para tránsito vehicular. Como ejemplo está la vía La Libertad del distrito de Moche que consta con 2.55 km; a lo largo de esta, se presentan distintos deterioros superficiales, generando incomodidad a peatones y conductores. Parte de este problema se debe al poco mantenimiento que se le da, provocando que este se debilite, pierda firmeza, este en mal estado y se originen deterioros. Con este trabajo de investigación se busca evaluar el estado de conservación del pavimento articulado, de la vía La libertad del Km 00+400 – Km 00+500 – Moche – Trujillo, para así poder identificar en que condición está el pavimento, detectar los tipos de deterioro y dar opciones para su tratamiento.



En el presente trabajo de investigación se ha considerado el siguiente problema general, ¿Cuál es el estado de conservación del pavimento articulado de la vía La Libertad del Km 00+400 – Km 00+500 – Moche – Trujillo-2020?

La presente investigación se justificó teóricamente, dado la importancia de la evaluación superficial del pavimento articulado, para así poder dar alternativas de solución para mejorar la circulación vehicular, basándose en el método de índice de condición de pavimento (ICP). Así mismo, se justificó metodológicamente ya que se evaluó el pavimento con el método índice de condición de pavimento ICP, para así poder determinar el estado de conservación en el que se encuentra el pavimento, a su vez se utilizó fichas de observación para analizar los deterioros. Además, dicha investigación se justificó técnicamente, ya que existe la necesidad de tener carreteras en buen estado para la circulación vehicular, puesto que Trujillo tiene gran cantidad de vías deterioradas. Así mismo este trabajo de investigación se justificó socialmente ya que otorgará tratamientos de solución ante los deterioros o patologías del pavimento articulado de la vía la Libertad, para mejorar la transitabilidad y beneficiar a los peatones y conductores de la zona. (LERMA Héctor, 2016)

Esta investigación tiene como objetivo general, evaluar el estado de conservación del pavimento articulado, de la vía La libertad del Km 00+400 – Km 00+500 – Moche – Trujillo – 2020; así mismo se han considerado los siguientes objetivos específicos: identificar los tipos de deterioros y sus características en el pavimento articulado, calcular el índice de condición estructural (ICE) y funcional (ICF) del pavimento articulado, calcular el índice de condición del pavimento articulado (ICP) y determinar el estado de conservación. Por ser una investigación del tipo descriptivo la hipótesis estará implícita en el problema.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentan trabajos previos, los cuales están relacionados al tema y serán de importancia para el trabajo de investigación.

En el ámbito nacional se realizó una investigación en la ciudad de Piura, sobre la evaluación de las patologías del pavimento articulado; la cual dio a conocer, los distintos deterioros que se presentan, las cuales son: ahuellamiento, abultamiento, depresión, desgaste superficial, pérdida de arena, Desplazamiento de Bordes y fracturamiento de confinamiento Interno. La evaluación se realizó en base a la aplicación del método índice de condición del pavimento (ICP), por otra parte el deterioro más representativo del estudio fue ahuellamiento presentando un porcentaje de área afectada de 12.92%. Se obtuvo como resultado en los 5 tramos, un índice de condición estructural ICE=46,74,70,54,54, un índice de condición funcional ICF=44,74,71,55,55 y un índice de condición de pavimento (ICP)=3,3,4,4,5, que se clasifica con un estado de conservación: regular, bueno, regular y muy bueno. (BARRETO Carlos, 2017)

Así mismo en el distrito de Piura, se realizó una investigación sobre la especificación y evaluación de las patologías del pavimento articulado; el estudio se realizó en 9 tramos y se centró en la determinación y evaluación de los deterioros del pavimento, aplicando el método de índice de condición de pavimento (ICP). Por otra parte, el deterioro más representativo del estudio es por desgaste superficial, presentando un porcentaje de área afectada de 6.53%. Se aplicó la ficha de evaluación, para lograr identificar 9 deterioros, se obtuvo como resultado de los 2 primeros tramos, un ICE=71,98, un ICF=69,83 y un ICP= 3,4, que se clasifica con un estado de conservación: regular y bueno. (VEGAS Susana, 2017)

Del mismo modo en la ciudad de Piura, se realizó un trabajo de investigación referente a la determinación y evaluación de las patologías del pavimento articulado en 3 tramos, la cual dio a conocer el estado de conservación del pavimento, utilizando la metodología ICP. El tramo 2 evaluado presentó 3 clases de deterioros los cuales fueron por deformación, abultamiento y fracturamientos, con un factor de clase FC de 48, 48 y 28 respectivamente, dando como resultado

un índice de condición estructural ICE de 76.00, por otro lado presento un ICP:3 catalogado como un estado de conservación regular. (CHERO Susan, 2015)

Por otro lado, se realizó un estudio en la provincia de Puno, referente a las causas del deterioro prematuro del pavimento articulado, la cual permitió saber el estado de la superficie del pavimento mediante el método de evaluación ICP, a su vez se estableció medidas de solución, como darle un mejoramiento al suelo y mejorar el sistema de drenaje. Como consecuencia se obtuvo, que en las propiedades físico mecánicas del suelo que conforma la sub-rasante del pavimento articulado, se presenta un contenido de humedad es de 32.14 % valor alto y dañino a lo establecido en la norma MTC E108. También se obtuvo que el primer tramo tiene un ICE=9 y un ICF=13, el segundo tramo tiene un ICE=14 y ICF=5, el tercer tramo tiene un ICE=4 y ICF=4 y que todos los tramos evaluados, presentan un ICP=1 catalogado como un estado de conservación muy malo. (FLORES Álvaro, 2019)

En el ámbito internacional una investigación en Bogotá-Colombia, referente a obtener el índice de condición del pavimento articulado en un tramo de la vía urbana del municipio de la calera; se evaluó y calculó el índice del pavimento mediante el método ICP, a su vez se dio medidas para mitigar las fallas como reforzar y darle mantenimiento continuo al pavimento, obteniendo como resultado un índice de condición estructural ICE=57, índice de condición funcional ICF=69 y un índice de condición de pavimento ICP =3, catalogado como un estado de conservación regular. (RUEDA Sergio, 2017)

Por otro lado, en la India se realizó un artículo de investigación acerca de reemplazar la arena como agregado fino por polvo de cantera, para la elaboración de adoquines para pavimento, tuvo la finalidad de mejorar los adoquines de concreto para un pavimento de mayor calidad; en el cual se reemplazó la arena fina por el polvo de cantera en porcentajes de: 10%,20%,30%,40%,50 % , se realizó pruebas de resistencia a la compresión, tracción dividida y prueba de absorción de agua, obteniendo como resultado que reemplazando hasta un 40% proporciona pavimentos articulados efectivos y de calidad, además el índice de condición de pavimento ICP podría estar en un rango de 5-4 por un gran lapso de tiempo. (ROJA Yamini y KUMAR Ashwin, 2017)

Mientras que, un artículo acerca de cómo analizar las deformaciones en los pavimentos articulados para vías urbanas, se dio a conocer como es el proceso de análisis del pavimento. El método fue modelando varias posiciones de cargas al bloque como carga de peatones y de vehículos medianos usando el programa ANSYS para así poder calcular la respuesta del pavimento. En consecuencia, los resultados muestran que la crisis de los pavimentos articulados comienza desde la base granular. (DI MASCIO Paola y MORETTI Laura ,2019) De manera análoga se realizó una investigación también de análisis del pavimento articulado en Nigeria-Comsit, solo que este fue utilizando con el programa (MIDAS) para el modelado y análisis del pavimento, así mismo se utilizó el método mecánico empírico para la comparación de respuestas, obteniendo como resultado que el factor de daño para el pavimento articulado es 0.02. Mientras que la tensión del pavimento se reduce de 476 kPa en el centro del pavimento a 1.4 KPa en el borde del pavimento. (NWANKWO Félix, 2016)

Por otra parte, en un artículo de investigación sobre el mantenimiento del pavimento articulado en el área metropolitana de Toronto-Canadá, demostró cómo se debe dar el mantenimiento con tecnologías de tratamiento superficial, las cuales son: un cepillo manual y una lavadora a presión utilizados en combinación con barredoras de vacío. La cual da como resultado la mejora con el lavado a presión, aumentando la calidad y capacidad de infiltración del pavimento. (SEHGAL Kirti y DRAKE Jennifer, 2018)

Otro artículo de investigación en Santiago de Cuba-Cuba sobre, la propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante índice de condición del pavimento (PCI); se basó en la inspección visual en el tramo seleccionado y de esa manera se identificaron la cantidad de deterioros y severidad, obteniendo como resultado un índice de condición de pavimento  $PCI=3$  que se clasifica como regular. (GONZALES Hilda, RUIZ Pilar y GUERRERO Denisse, 2019)

Así mismo, en el artículo acerca del desempeño a largo plazo de secciones de pavimentos en el estado de Ohio, USA, se basó en la evaluación estructural de 58km de pavimento; se utilizó el método de ensayo de campo junto con el análisis de resultados de desempeño. Obteniendo como resultado, el índice de condición

del pavimento en forma general entre un ICP=4,3,5 que se clasifica como bueno, regular y muy bueno. (SARGAND Shad , VEGA Carlos y ARBOLEDA Luis,2015).

Se realizó, en el artículo un estudio acerca del mantenimiento de carreteras basada en el índice de condición de pavimento PCI en la india, dio a conocer las distintas fallas que presentan los pavimentos; el cual mediante el método PCI se calculó la gravedad en la que se encuentra el pavimento; así mismo, dio a conocer el sistema de gestión de mantenimiento para conservar las carreteras y ahorrar en costos por reparación. (PRASHANT Patil, y SACHIN Patil, 2018)

Mientras que, en una investigación referente a evaluación superficial del pavimento mediante el método PCI en Chandigarh - India, se basó en la evaluación de condición de desempleo del pavimento, para así poder posteriormente darle un mantenimiento; en el estudio se utilizó el software Google Earth para medir y trazar los tramos. Obteniendo como resultado, que los tramos analizado presentaban un ICP= 4,5 bueno y muy bueno. (PARDEEP Gupta y PARVEEN Atri, 2018)

En el trabajo de investigación, se ven involucradas distintas teorías como es el pavimento, que es aquella infraestructura que forma parte de las vías de comunicación terrestres y que está colocado sobre el terreno natural, y está conformado de varias capas. Tiene como función soportar las cargas verticales de vehículos y permitir el tránsito vehicular. (LIJUN Sun, 2016)

El pavimento articulado, es aquel pavimento conformado superficialmente por elementos prefabricados, comúnmente rectangulares y que generalmente está compuesto de adoquines de hormigón con un espesor uniforme, y está asentado sobre una capa de arena, ésta a su vez se apoya sobre una base de capa granular o directamente a la sub rasante. (ECHAVEGUREN Tomas, CHAMORRO Alondra y SOLMINIHAC Hernán, 2018) Los pavimentos articulados se componen de distintas capas al igual que los pavimentos rígidos y flexibles; la diferencia es que los articulados, su carpeta de rodadura está compuesto de adoquines de hormigón, lo cual hace que el pavimento se comporte de manera semiflexible; los pavimentos articulados cuentan con una superficie de rodadura que varía de 50 y 100 mm, la cama de arena que sirve para nivelar los adoquines varía de 20 a 30 mm, la junta de arena entre adoquín varía de 2 a 5 mm y el espesor de la base y sub-base van

a depender de las cargas que estará sometido el pavimento.(BAHAMONDES Rodrigo, ECHAVEGUREN Tomas y VARGAS Sergio, 2013)

La evaluación del pavimento es aquel proceso el cual otorga un conocimiento detallado del estado de conservación en el que se encuentra el pavimento, para así poder otorgar su respectivo mantenimiento. (ECHAVEGUREN Tomas, CHAMORRO Alondra y SOLMINIHAC Hernán, 2018)

La base granular es aquella capa de material grueso, selecto compuesto por rocas trituradas, arena, material fino y está colocado sobre la sub base. La base granular posee alta resistencia a la deformación; es utilizado con la finalidad de contener las cargas de las capas superficiales. (RONDON Hugo y REYES Fredy, 2015)

La capa superior del pavimento articulado que está compuesta por los siguientes elementos: cama de arena, adoquín de concreto y sello o junta de arena. (Instituto del cemento y del concreto Guatemala, 2014)

La cama de arena es aquella capa que filtra el agua que ingresa por las juntas, así mismo sirve como capa de soporte para los adoquines, tiene que tener una compactación uniforme no debe presentar humedad ni sales, y con una granulometría adecuada. (RNE-Pavimentos urbanos, 2010).

La Arena de junta o de sello es la arena que se va a colocar entre los adoquines, deberá estar libre de humedad y debe poseer una granulometría de la siguiente manera: por la malla nro. 4 debe pasar el 100%, por la malla nro. 8 de debe pasar entre 95-100%, por la malla nro. 16 entre 70-100%, por la malla nro. 30 entre 40-75%, por la malla nro. 50 entre 20-40% finalmente por la malla nro. 100 entre 10-25%. (RNE-Pavimentos urbanos, 2010)

El Adoquín de concreto es una unidad prefabricada de forma prismática, compuesto por cemento agregado y agua, cuyo diseño o forma permite la colocación de estos elementos en forma simétrica y continúa para dar forma a pavimentos articulados; el agregado más usado y común para su elaboración es el granito por su gran resistencia. (Koli Nishikant y Aiwale Nachiket, 2016). Así mismo las formas y dimensiones del adoquín de concreto estarán establecidas por el fabricante pero generalmente las distancias de ancho y largo no pasan los 20 cm, el espesor suele

estar entre las siguientes medidas: 6cm para tránsito de bajo volumen, 8 cm para un tránsito medio y alto y de 10 cm para un tránsito muy alto. (CORTABARRA José, 2013). Así mismo el reglamento lo clasifica por tipo según su uso, adoquines tipo 1 para vías de uso peatonal, tipo 2 para vías de flujo vehicular ligero, tipo3 para flujo vehicular pesado como patios industriales. (RNE-Pavimentos urbanos, 2010)

Por otro lado, al pavimento se le tiene que dar el mantenimiento respectivo, el cual consta de una actividad periódica planificada, que se realiza para prevenir algún defecto o daño posterior, con la finalidad de darle durabilidad a todos los elementos del pavimento. (MORENO Luis et al, 2018)

Para identificar los tipos de deterioros es recomendable utilizar una ficha de evaluación o inspección para facilitar con la detección de los mismos, los deterioros en los pavimentos articulados se clasifican en 5 grupos uno de ellos son las deformaciones la cual a su vez se subdivide, en Abultamiento (BA) que son prominencias o realces que se presentan en la superficie del pavimento, los Ahuellamientos (AH) que vienen a ser hundimientos pronunciados a lo largo del sentido de tránsito y las Depresiones (DA) que vienen a ser hundimientos ubicados de modo circular, pero sin pérdida de material. Por otro lado los Desprendimientos son la pérdida de arena en el punto localizado del pavimento; el cual se conforma con el Desgaste Superficial (DS) que es el deterioro en la superficie del adoquín, dejando al descubierto el agregado grueso de éste, y la Pérdida de Arena (PA) que es la exhibición de partículas de arena en la superficie del pavimento. (HIGERA Carlo y PACHECO Oscar, 2010)

También está el Desplazamiento que es la zona ubicada donde existe corrimientos de los materiales constructivos del pavimento; existen el tipo de Desplazamiento de Borde (DB) que son corrimientos ubicados de los adoquines junto a los bordes de confinamiento y el Desplazamiento de Juntas (DJ) el cual permite que el adoquín se separe de su alineación inicial. Al igual que los Fracturamientos que son manifestaciones de fisuras y grietas en los adoquines de concreto; donde también existen tipos que son: Fracturamiento (FA) que son corrimientos ubicados de los adoquines juntos a elementos de confinamiento, Fracturamiento de confinamientos externos (CE) que es la severidad de avance de deterioro o destrucción de los confinamientos externos, y el Fracturamiento de confinamientos internos (CI) que

es la severidad avance de deterioro o destrucción de los confinamientos internos. (HIGERA Carlo y PACHECO Oscar, 2010)

Y por último existen otros Deterioros los cuales son el Escalonamiento entre adoquines (EA) que es la alteración repentina de nivel entre la línea de los adoquines, el Escalonamiento entre adoquines y confinamientos (EC) el cual es la alteración repentina de nivel entre elementos de confinamiento y los adoquines, las Juntas abiertas que es la abertura entre las juntas que supera a 3mm, el cual permite la pérdida de arena de sello y facilita la entrada a partículas entre las juntas, provocando la destrucción de las aristas de los adoquines y por último tenemos la Vegetación en la calzada que viene a ser el crecimiento de vegetación entre las juntas de los adoquines, esto puede llegar a generar el levante de los adoquines hacia la superficie. (HIGERA Carlo y PACHECO Oscar, 2010)

El índice de condición funcional (ICF) y estructural (ICE) necesitan del porcentaje de área afectada (%Aa), el porcentaje de área equivalente afectada (%Ae) y el factor de penalización por area afectada (FA), para que mediante una matriz de valores se pueda calcular el índice de condición de pavimento (ICP). (HIGERA Carlo y PACHECO Oscar, 2010)

Mientras que el índice de condición de pavimento ICP, se utiliza para determinar en qué estado se encuentra el pavimento y determinar qué tipo de mantenimiento se va aplicar, ya que debido al tráfico y a las condiciones ambientales, los pavimentos presentan fallas o deterioros con el pasar de los tiempos, así mismo otro factor que afecta el pavimento es la etapa de construcción, sin embargo, es importante que los usuarios tengan las carreteras en un nivel aceptable. (AFIFY Hafez y HAKIM Ragaa, 2019) Así mismo el Índice de condición de pavimento ICP, es el método que se utiliza para halla el estado de conservación en que se encuentra el pavimento articulado, para ello se deberá tener la clasificación de los deterioros, tambien determinar los índices de condición estructural ICE y funcional ICF. Con el índice de condición de pavimento podemos determinar si el pavimento está en un estado de conservación de: muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno. (HIGERA Carlos y PACHECO Oscar, 2010)



### III. MÉTODO

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación

- Según el enfoque  
Es una Investigación Cuantitativa ya que se evaluó el estado de conservación del pavimento recolectando objetivamente datos numéricos de los distintos deterioros que presenta el pavimento (LERMA Héctor, 2016).
- Según su nivel  
Es una Investigación Descriptiva ya que se tuvo que describir los niveles de severidad y los tipos de fallas, además detallar los dígitos obtenidos para la evaluación del estado de conservación del pavimento.
- Según su finalidad  
Es una Investigación Básica ya que se obtuvo el conocimiento por medio de la recopilación de información, para así poder evaluar el estado de conservación del pavimento utilizando el método ICP (LERMA Héctor, 2016)
- Según su temporalidad  
Es una Investigación Transversal ya que las mediciones y recolección de datos tomados en campo se realizaron una sola vez y en un periodo exclusivo. (MUÑOZ, 2015)

##### Diseño de Investigación

El diseño de investigación es No Experimental ya que no se manipulo la variable de estudio, así mismo se evaluó el estado de conservación del pavimento en su contexto natural, además es un estudio Descriptivo-Simple ya que presenta una sola variable y se puntualizó los datos obtenidos al evaluar el pavimento mediante el método ICP (HERNANDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA Pilar,2014)

## ESQUEMA



**M**= 100 metros de carretera de la vía La Libertad del Km00+400- Km00+500

**O**= datos conseguidos de la inspección del tramo de carretera

### 3.2 Variables y Operacionalización

- La variable del trabajo de investigación es: Evaluación del estado de conservación del pavimento articulado (v. cuantitativa)
- Definición conceptual: Es un proceso el cual otorga un conocimiento detallado del estado de conservación en el que se encuentra el pavimento, para otorgar su respectivo mantenimiento. (ECHAVEGUREN Tomas, CHAMORRO Alondra y SOLMINIHAC Hernán, 2018)
- Definición operacional: Se evaluó el estado de conservación del pavimento articulado utilizando la metodología ICP.
- Dimensiones: Identificar los tipos de deterioros y clasificarlos, calcular el índice de condición estructural (ICE) y funcional (ICF) del pavimento, calcular el índice de condición de pavimento (ICP), determinar el nivel de servicio del pavimento.
- Indicadores: Ubicar el tramo de estudio y aplicar la ficha de evaluación para identificar los tipos de deterioros y sus características, calcular el porcentaje de área afectada (%Aa), calcular el porcentaje de área equivalente afectada, (%Ae), calcular del factor de penalización por área afectada (FA), realizar la matriz de valores ICE y ICF para el cálculo del ICP, realizar la clasificación según índice de condición de pavimento.
- Escala de medición: se utilizaron escalas de medición Ordinal y de Razón.

### 3.3. Población muestra y muestreo

**Población:** La población seleccionada para la presente investigación es la vía la libertad, entre la carretera auxiliar panamericana norte (inicio) y la carretera campiña de moche (fin) con una longitud de 2.55km, ubicada en el distrito de Moche, Trujillo

**Muestra:** Se consideró como muestra del proyecto 100 metros de carretera, partiendo del Km00+400 hasta el Km00+500 de la vía La libertad, en el distrito de Moche, Trujillo.

**Muestreo:** Se empleó el muestreo no probabilístico (intencional) puesto que se eligió por criterio y juicio del investigador. Fue conveniente evaluar el tramo Km00+400 - Km00+500 de la vía La libertad ya que presentan daños a simple vista.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Técnica:**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de observación (directa), puesto que se tuvo contacto directo con el tramo de estudio, se observó directamente el tramo donde se produjo los deterioros para así evaluarlos e identificarlos, así mismo determinar en qué estado de conservación se encuentra.

- **Instrumento de recolección de datos:**

El instrumento que se empleó en el trabajo de investigación fue la ficha de observación (ver anexo 4), validada y usada por el método ICP del artículo Patología de Pavimentos Articulados.

### 3.5 Procedimientos

- Reconocimiento

Se examinó de manera presencial el área donde se efectuará el estudio localizado en la vía La Libertad de distrito de Moche.

- Identificación de Deterioros

Se identificó los tipos de deterioros de manera visual y se determinó el nivel de severidad utilizando la ficha de observación, herramientas de medición y cálculo.

- Panel fotográfico

Se tomó fotografías para apoyarse en los trabajos de gabinete y tener una mejor descripción de los deterioros.

- Procesamiento de datos

Los datos obtenidos en campo se llevaron a gabinete para ser procesados y efectuar cálculos en el software Microsoft Excel 2019, para así determinar el nivel de conservación del pavimento.

### 3.6 Método de análisis de datos

Se elaboró una base de datos (datos obtenidos en campo), para luego ser llevados a gabinete e introducirlos al software Excel 2016, para poder realizar operaciones de interpolación, multiplicación, sustracción, promedio y adición, para que de esta manera se logre saber el estado de conservación del pavimento articulado. Para desarrollar el plano de ubicación (ver anexo 3), medir la distancia y obtener el área del tramo, se utilizó el software Google Earth Pro y Auto Cad.

### 3.7 Aspectos éticos

Para realizar el presente trabajo de investigación se consideró la veracidad de los datos y la confidencialidad de la información, así mismo el respeto al medio ambiente y a la biodiversidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Identificación y características de los deterioros

#### 4.1.1 Ubicación del tramo



Figura 1. Ubicación del proyecto

Fuente: Google Maps

Descripción: Se escogió el tramo más representativo para el estudio, éste está ubicado en la vía La libertad en el distrito de moche; el tramo cuenta con una distancia de 100mts (figura 1), ancho de calzada de 6.5mts y un área de 650m<sup>2</sup>. El estudio comprende el tramo km 00+400- km 00+ 500.

#### 4.1.2 Ficha de evaluación de deterioros:

La ficha de evaluación que se utilizó en campo, sirvió para identificar los tipos y la severidad de los deterioros; la ficha de evaluación mostró, que en el tramo de estudio existen 7 tipos de deterioros los cuales son:

#### 4.1.2.1 Depresiones (DA):



Figura 2. Deterioro por depresión

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Son hundimientos en forma circular o similar (figura 2), se presentó 2 deterioros de este tipo con áreas de 5.85m<sup>2</sup>, 4.95m<sup>2</sup> y con flechas de mayores a 40mm y un nivel de severidad Alta (A).

#### 4.1.2.2 Fracturamiento (FA):



Figura 3. Deterioro por Fracturamiento

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Son roturas o agrietamientos ubicados en los adoquines (figura 3), se presentó 2 deterioros de este tipo con áreas de 3.42m<sup>2</sup>, 2.34m<sup>2</sup> y un nivel de severidad alta (A).

#### 4.1.2.3 Escalonamiento entre adoquines (EA):

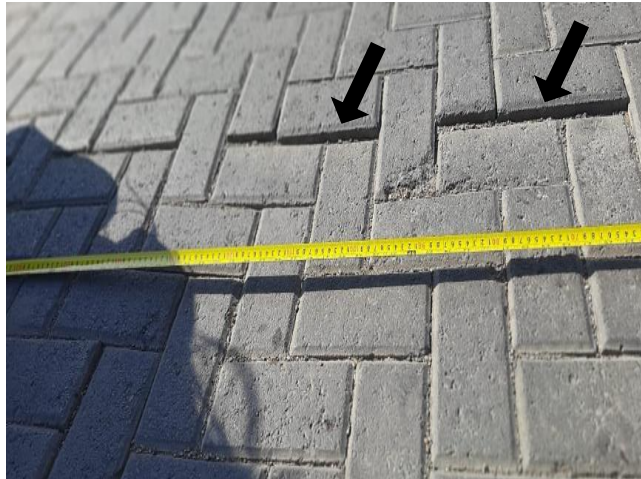


Figura 4. Deterioro por Escalonamiento entre Adoquines

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es la presencia de desnivel entre los adoquines (figura 4), el deterioro presentó un área de 2.60m<sup>2</sup>, un desnivel de 7mm y un nivel de severidad Media (M).

#### 4.1.2.4 Perdida de arena (PA):



Figura 5. Deterioro por Perdida de Arena

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es la presencia de agregado fino sobre los adoquines de concreto (figura 4), se presentó 2 deterioros de este tipo con áreas de 4.75m<sup>2</sup>, 6.8m<sup>2</sup> y un nivel de severidad Media (M).

#### 4.1.2.5 Vegetación en Calzada (VC):



Figura 6. Deterioro por Vegetación en Calzada

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es la aparición de vegetación, entre las juntas o los espaciamientos del adoquinado (figura 6), la vegetación provocó el levantamiento de los adoquines, se presentó 2 deterioros de este tipo con áreas de un 7.50m<sup>2</sup>, 10.35m<sup>2</sup> y un nivel de severidad Alta (A).

#### 4.1.2.6 Abultamiento (BA):



Figura 7. Deterioro por Abultamiento

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Son prominencias o realces que se presentan en la superficie del pavimento (figura 7), presentó un área de 5.50m<sup>2</sup>, una flecha de 45mm y un nivel de severidad Alta (A).



#### 4.1.2.7 Desgaste Superficial (DS):



Figura 8. Deterioro por Desgaste Superficial

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Es la pérdida de agregado fino en la superficie del adoquín dejando a exposición el agregado grueso (figura 8), se presentó 3 deterioros de este tipo con áreas de 10.95m<sup>2</sup>, 9.85m<sup>2</sup>, 12.45m<sup>2</sup> y un nivel de severidad Alta (A).

#### 4.2 Cálculo del Índice de Condición Estructural ICE

##### 4.2.1 Porcentaje de área afectada (%Aa)

Para calcular el porcentaje del área afectada se tuvo en cuenta:

$$\%Aai = \frac{Aa}{At} \times 100$$

Donde:

Aa: área del deterioro

At: área total del tramo evaluado

Tabla 1. Porcentaje de área afectada

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA AFECTADA						
CLASE	TIPO DE DETERIORO	Símbolo	Nivel de Severidad	Aai (m2)	AT (m2)	%Aa (m2)
Deformaciones	Depresiones	DA	A	5.85	650	0.90
		DA	A	4.95	650	0.76
	Abultamiento	BA	A	5.50	650	0.85
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	A	10.95	650	1.68
		DS	A	9.85	650	1.52
		DS	A	12.45	650	1.92
	Pérdida de Arena	PA	M	4.75	650	0.73
		PA	M	6.80	650	1.05
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	A	3.42	650	0.53
		FA	A	2.34	650	0.36
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	M	2.60	650	0.40
	Vegetación en Calzada	VC	A	7.50	650	1.15
		VC	A	10.35	650	1.59

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Teniendo los datos de área por cada tipo de deterioro y el área total del tramo de pavimento se procedió a calcular (tabla 1).

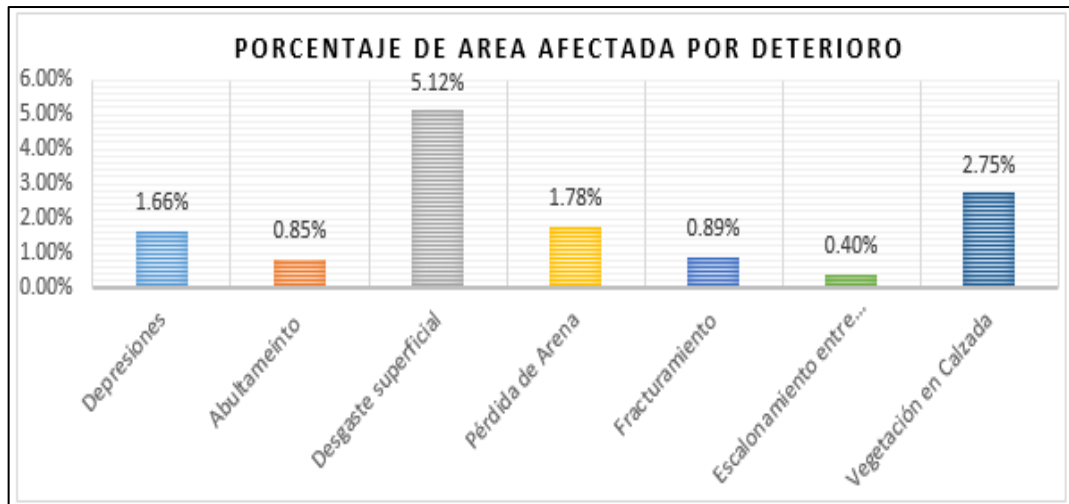


Figura 9. Porcentaje de área afectada por deterioro

Fuente: Elaboración propia

Descripción: El deterioro por desgaste superficial y vegetación en calzada son los que tienen más representación en el tramo ya que posee un porcentaje de área afectada de 5.12% y 2.75% respectivamente (figura 9).

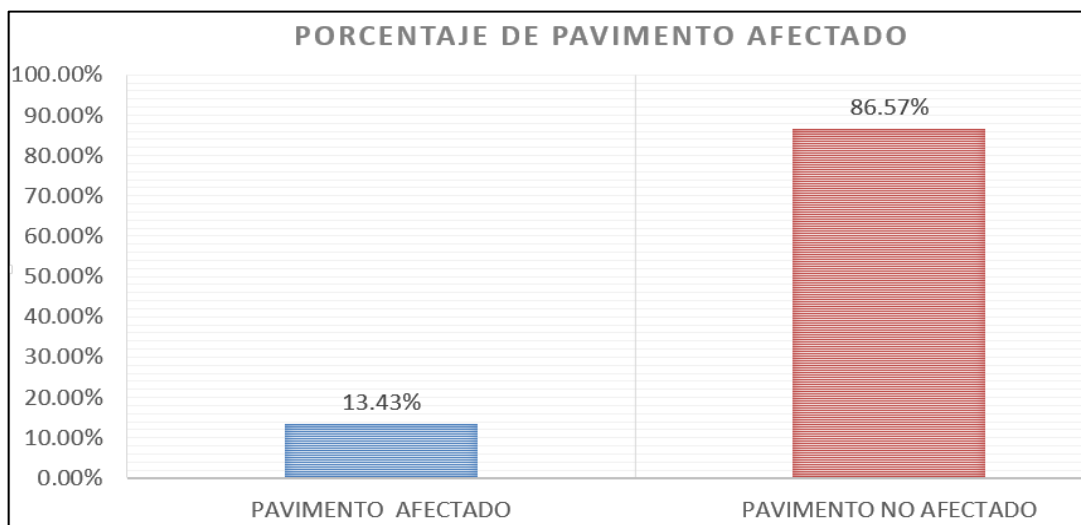


Figura 10. Porcentaje de Pavimento Afectado

Fuente: Elaboración propia

Descripción: El 86.57% del pavimento evaluado se encuentra en buen estado ya que no está afectado por los deterioros y por otro lado el 13.43 % se encuentra afectado por los deterioros. (Figura 10)

#### 4.2.2 Porcentaje de área equivalente afectada (%Ae)

Para calcular el porcentaje de área equivalente afectada se tuvo en cuenta:

$$\%Ae = (PI \times \%Aa \times FNS)$$

Donde:

*PI*: Peso del deterioro según su clase.

*%Aa* : Porcentaje de área afectada

*FNS*: Factor de penalización por nivel de severidad

Tabla 2. Porcentaje de área equivalente afectada

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (Ae%)							
CLASE	TIPO DE DETERIORO	Símbolo	Nivel de Severidad	PI	%Aai (m2)	FNS	%Ae (m2)
Deformaciones	Depresiones	DA	A	1.00	0.90	1.20	1.08
		DA	A	1.00	0.76	1.20	0.91
	Abultamiento	BA	A	1.20	0.85	1.30	1.32
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	A	-	-	-	-
		DS	A	-	-	-	-
		DS	A	-	-	-	-
	Pérdida de Arena	PA	M	1.00	0.73	1.15	0.84
		PA	M	1.00	1.05	1.15	1.20
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	A	1.10	0.53	1.20	0.69
		FA	A	1.10	0.36	1.20	0.48
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	M	-	-	-	-
	Vegetación en Calzada	VC	A	1.00	1.15	1.20	1.38
		VC	A	1.00	1.59	1.20	1.91

Fuente: Elaboración propia

Descripción: El factor de penalización por nivel de severidad, solo se aplicó a los deterioros que afecten el parámetro estructural, ya que se calculó en función al índice de condición estructural (tabla 2)

#### 4.2.3 Factor de penalización por área afectada (FA)

Tabla 3. Factor de penalización por área afectada (FA)

FACTOR DE PENALIZACION POR AREA AFECTADA (FA)										
CLASE	TIPO DE DETERIORO	Símbolo	FC	%Ae (m2)	% DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (Ae%)				FA	FC x FA
					0	5	10	15		
Deformaciones	Depresiones	DA	48	1.08	0.00	0.50	0.60	0.76	0.11	5.18
		DA	48	0.91	0.00	0.50	0.60	0.76	0.09	4.39
	Abultameinto	BA	48	1.32	0.00	0.50	0.60	0.76	0.13	6.34
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	-	-	-	-	-	-	-	-
		DS	-	-	-	-	-	-	-	-
		DS	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pérdida de Arena	PA	6	0.84	0.00	0.50	0.60	0.76	0.08	0.50
PA		6	1.20	0.00	0.50	0.60	0.76	0.12	0.72	
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	28	0.69	0.00	0.50	0.60	0.76	0.07	1.94
		FA	28	0.48	0.00	0.50	0.60	0.76	0.05	1.33
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vegetación en Calzada	VC	8	1.38	0.00	0.50	0.60	0.76	0.14	1.11
		VC	8	1.91	0.00	0.50	0.60	0.76	0.19	1.53
									$\Sigma = 23.04$	

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Para calcular el Factor de penalización por área afectada se va a considerar el porcentaje de área afectada, así mismo se irán generando nuevos valores de acuerdo a porcentajes ya establecidos por el método ICP que van de 0% a 15% una vez obtenido los datos se procedió a multiplicar por la influencia según la clase del deterioro (tabla 3)

- Para calcular el índice de condición estructural ICE se tuvo en cuenta:

$$ICE: 100 - \sum (FC \times FA)$$

$$ICE: 100 - (23.04)$$

$$ICE: 76.96$$

### 4.3 Cálculo del Índice de Condición Funcional ICF

#### 4.3.1 Porcentaje de área equivalente afectada (%Ae)

Tabla 4. Porcentaje de área equivalente afectada

CALCULO DEL PORCENTAJE DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (Ae%)							
CLASE	TIPO DE DETERIORO	Símbolo	Nivel de Severidad	PI	%Aai (m2)	FNS	%Ae (m2)
Deformaciones	Depresiones	DA	A	1.00	0.90	1.40	1.26
		DA	A	1.00	0.76	1.40	1.07
	Abultameinto	BA	A	1.20	0.85	1.50	1.52
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	A	1.10	1.68	1.40	2.59
		DS	A	1.10	1.52	1.40	2.33
		DS	A	1.10	1.92	1.40	2.95
	Pérdida de Arena	PA	M	1.00	0.73	1.15	0.84
PA		M	1.00	1.05	1.15	1.20	
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	A	-	-	-	-
		FA	A	-	-	-	-
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	M	1.20	0.40	1.25	0.60
	Vegetación en Calzada	VC	A	1.10	1.15	1.30	1.65
		VC	A	1.10	1.62	1.30	2.31

Fuente: Elaboración propia

Descripción: El tipo de deterioro que no se tuvo en cuenta es el de Fracturamiento, ya que es un deterioro que afecta al parámetro estructural, solo se consideró deterioros que afecten parámetros funcionales del pavimento. (Tabla 4)

#### 4.3.2 Factor de penalización por área afectada (FA)

Tabla 5. Factor de penalización por área afectada (FA)

FACTOR DE PENALIZACION POR AREA AFECTADA (FA)										
CLASE	TIPO DE DETERIORO	Símbolo	FC	%Ae (m2)	% DE AREA EQUIVALENTE AFECTADA (Ae%)				FA	FC x FA
					0	5	10	15		
					Deformaciones	Depresiones	DA	48		
DA	48	1.07	0.00	0.50			0.60	0.76	0.11	5.12
Abultameinto	BA	48	1.52	0.00		0.50	0.60	0.76	0.15	7.31
Desprendimientos	Desgaste superficial	DS	9	2.59	0.00	0.50	0.60	0.76	0.26	2.33
		DS	9	2.33	0.00	0.50	0.60	0.76	0.23	2.10
		DS	9	2.95	0.00	0.50	0.60	0.76	0.29	2.65
	Pérdida de Arena	PA	6	0.84	0.00	0.50	0.60	0.76	0.08	0.50
		PA	6	1.20	0.00	0.50	0.60	0.76	0.12	0.72
Fracturamientos	Fracturamiento	FA	-	-	-	-	-	-	-	-
		FA	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	EA	23	0.60	0.00	0.50	0.60	0.76	0.06	1.38
	Vegetación en Calzada	VC	8	1.65	0.00	0.50	0.60	0.76	0.17	1.32
		VC	8	2.31	0.00	0.50	0.60	0.76	0.23	1.85
									$\Sigma = 31.34$	

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Para calcular el Factor de penalización por área afectada se va a considerar el porcentaje de área afectada, así mismo se irán generando nuevos valores de acuerdo a porcentajes ya establecidos por el método ICP, que van de 0% a 15% una vez obtenido los datos se procedió a multiplicar por la influencia según la clase del deterioro (tabla 5)

- Para calcular el índice de condición estructural ICF se tuvo en cuenta:

$$ICF: 100 - \sum (FC \times FA)$$

$$ICF: 100 - (31.34)$$

$$ICF: 68.66$$

#### 4.4 Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (ICP)

##### 4.4.1 Matriz para el cálculo ICP

Tabla 6. Matriz para el cálculo ICP

Calificación del ICP		Rangos ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rangos ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	③	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

Fuente: HIGERA Carlos y PACHECO Oscar

Descripción: Se calculó el índice de condición de pavimento posicionando el valor del índice de condición estructural ICE y el valor del índice de condición funcional ICF en los rangos correspondientes, obteniendo un ICP= 3 (tabla 6)



#### 4.5 Estado de conservación del pavimento

Tabla 7. Estado de conservación y categorías de acción

Calificación ICP	Estado de Conservación	Categoría de acción	Descripción
5	Muy bueno	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. Ocasionalmente se presentan pequeños daños que no afectan la circulación.
4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.
3	Regular	Refuerzo-mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, en donde la circulación deja de ser cómoda. Se presentan daños de manera constante en etapas avanzadas.
2	Malo	Rehabilitación	Pavimento en condición mal, la circulación es muy incómoda. Se presentan daños en etapas muy desarrolladas.
1	Muy malo	Reconstrucción	Pavimento en condición muy mala, la vía se vuelve intransitable. Los deterioros están muy desarrollados y son irreversibles. El pavimento está totalmente degradado.

Fuente: HIGERA Carlos y PACHECO Oscar

Descripción: El índice de condición de pavimento ICP =3 indicó, que el pavimento evaluado presenta un estado de conservación regular y requiere de refuerzo y mantenimiento rutinario. (Tabla 7)

## V. DISCUSIÓN

El trabajo de investigación determinó el estado de conservación del pavimento articulado de la vía la Libertad en el distrito de Moche, evaluando 100 metros del mismo, teniendo en cuenta y cumpliendo con los objetivos.

La ficha de evaluación (anexo 2) mostró que en el tramo de estudio existen 7 tipos de deterioros, los cuales fueron por Depresiones, abultamiento, desgaste superficial, pérdida de arena, fracturamiento, escalonamiento entre adoquines y vegetación en calzada; según la tabla N°1, los deterioros que predominaron más es por desgaste superficial y vegetación en calzada, presentándose 3 y 2 veces respectivamente, la figura N°9 indica un porcentaje de área afectada para ambos deterioros de 5.12% y 2.75% respectivamente, al respecto se debe indicar que el desgaste superficial ha sido ocasionado probablemente por mala calidad de los adoquines y que la vegetación en calzada por la falta de mantenimiento de la junta de arena puesto que es donde empieza el crecimiento de hierbas; de igual manera el resultado de Vega(2017) presenta que el deterioro más predominante en su estudio es por desgaste superficial con un porcentaje de área afectada 6.53%. Por otro lado los resultados de Barreto (2017) no guardan relación ya que el deterioro que predomina más es por ahuellamiento, esto se debe a que el tramo examinado por el autor presentó una mala compactación en las capas estructurales del pavimento.

Para calcular en índice de condición estructural ICE no se utilizaron los deterioros por desgaste superficial y escalonamiento entre adoquines ya que ambos afectan al parámetro funcional y no al parámetro estructural; por otra parte, la tabla N°3 muestra los factores de penalización por área afectada, los porcentajes de área equivalente afectada y la clase de deterioros para el cálculo del ICE, así mismo los deterioros más representativos fueron, por Deformaciones y Abultamiento ya que ambos se multiplican con la influencia por clase estructural FC de 48, siendo este el factor de influencia más alto del catálogo de deterioros del método ICP; por otro lado se obtuvo un índice de condición estructural ICE de 76.96, posicionándose dentro del rango 71-85; estos resultados concuerdan con los de Chero (2015) ya que en su segundo tramo evaluado, la clase de deterioros más representativos son

por Deformaciones y Abultamientos, con una influencia por clase estructural de 48 respectivamente y un índice de condición estructural ICE de 76, posicionándose dentro del mismo rango.

Por otra parte el índice de condición funcional ICF no utilizó el deterioro por fracturamiento ya que no afecta al parámetro funcional, la tabla N°5 muestra los factores de penalización por área afectada, los porcentajes de área equivalente afectada y la clase de deterioros para el cálculo del ICF, así mismo los deterioros más representativos fueron por Depresiones y Escalonamiento entre adoquines, ya que ambos se multiplican con la influencia por clase funcional FC de 48 y 23 respectivamente, siendo estos los factores de influencia más altos del catálogo de deterioros del método ICP, por otro lado se obtuvo un índice de condición funcional ICF de 68.66, posicionándose dentro del rango 41-70, estos resultados concuerdan con los de Barreto (2017), ya que en dos de los cinco tramos evaluados por el autor, presentan un índice de condición funcional ICF de 44.00 y 55.00 respectivamente, posicionándose dentro del mismo rango.

La tabla N°6 muestra el índice de condición de pavimento ICP, presentando un valor de 3, según esta calificación el pavimento evaluado se encuentra en un estado de conservación regular, esto quiere decir que la circulación vehicular deja de ser cómoda, ya que se presentan daños de manera constante en la vía, del mismo modo los resultados de la evaluación del pavimento articulado por Rueda (2017), Gonzales y Guerrero (2019) presentan un índice de condición de pavimento ICP de 3, catalogado como un estado de conservación regular, esto se debe a que los tramos evaluados por los autores presentan de manera similar los deterioros. Resultados diferentes encontraron en su evaluación Flores (2019), Pardeep y Parveen (2018) obteniendo un índice de condición de pavimento ICP de 1,4 y 5 respectivamente, catalogados como un estado de conservación muy malo, bueno y muy bueno; el estado de conservación muy malo se debe a que el tramo evaluado presentó deterioros en etapas muy avanzadas e imposibles de reparar con un pavimento totalmente degradado originando que el pavimento sea intransitable.

## **VI. CONCLUSIONES**

Mediante la aplicación del método índice de condición de pavimento (ICP), se evaluó el estado de conservación actual del pavimento articulado de la vía La Libertad del distrito de Moche, provincia de Trujillo, a partir de ello se obtuvo que el estado de conservación es “Regular” y que la circulación vehicular en la vía deja de ser cómoda.

Mediante la aplicación del método ICP y de la ficha de observación se identificaron 7 tipos de deterioros en el tramo de estudio los cuales fueron por depresiones (DA), fracturamientos (FA), escalonamiento entre adoquines (EA), pérdida de arena (PA), vegetación en calzada (VC), abultamiento (BA) y desgaste superficial (DS) con niveles de severidad medio y alto, así mismo las fallas más predominales en la vía La Libertad fueron por desgaste superficial (DS) y vegetación en calzada (VC) ambos con un nivel de severidad alto.

Al realizar el cálculo del índice de condición estructural (ICE) se tomó en cuenta todos los deterioros excepto el deterioro por desgaste superficial (DS) y el escalonamiento entre adoquines (EA), ya que este solo afecta el parámetro funcional. Por otro lado, para el cálculo del índice de condición funcional (ICF) no se tomó en cuenta el deterioro por fracturamiento ya que este solo afecta al parámetro estructural.

Para realizar el cálculo del índice de condición de pavimento ICP se consideró los valores del índice de condición estructural y funcional, y a partir de ello se obtuvo un valor ICP de 3.

## VII. RECOMENDACIONES

- Debido a que el tramo evaluado de la vía La Libertad presenta un estado de conservación regular, se recomienda realizar refuerzo y mantenimiento rutinario en periodos de 6 a 12 meses, con la finalidad de darle más durabilidad a todos los elementos del pavimento para que de esa manera cuente con las condiciones de servicio necesarias y que la circulación sea buena y cómoda.
- Para los deterioros encontrados en el tramo de estudio, se recomienda aplicar las siguientes medidas correctivas: para las deformaciones compactar y nivelar adecuadamente las capas estructurales del pavimento, y verificar si la subrasante presenta un suelo expansivo; para el desgaste superficial y fracturamientos de adoquines, reemplazar los adoquines muy desgastados o fracturados; para los escalonamientos, nivelar la cama de arena y volver a colocar los adoquines; para la vegetación en calzada eliminar de manera rutinaria las hierbas y malezas de las juntas de arena o aplicar herbicidas; para la pérdida de arena, hacer una limpieza de la zona y efectuar el proceso de sellado de juntas. Se recomienda determinar primero la causa que produjo el deterioro para poder realizar una reparación adecuada y evitar reincidencias.
- Al momento de realizar la inspección de campo del pavimento, el personal a cargo deberá contar con los equipos adecuados para las mediciones y anotaciones, así mismo prever a los conductores con el fin de evitar accidentes.
- Se recomienda analizar y evaluar más tramos de la vía La Libertad para obtener un estudio más completo y así determinar un estado de conservación más generalizado de la vía. Los tramos no deben superar los 100 metros.

## REFERENCIAS

- ✓ ALDAZABA, Ana. El 80% de las carreteras del Perú está en mal estado [en línea]. diariocorreo.pe.16 de marzo de 2019. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://diariocorreo.pe/economia/ccl-el-80-de-las-carreteras-del-peru-esta-en-mal-estado-876224/?ref=dcr>
- ✓ BADAWY, Sherif y CHEN, Dar Hao. Recent Developments in Pavement engineering. Mansoura: Springer, 2018.135 pp.  
ISBN: 9783030341954
- ✓ BAHAMONDES, Rodrigo. Análisis de diseño de pavimentos de adoquines de concreto. Revista de la Construcción [en línea]. Diciembre 2013, vol. 12 n°3. [fecha de consulta: 21 de mayo del 2020].  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127631072002.pdf>  
ISSN: 0717-7925
- ✓ BARRETO, Carlos. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento intertrabado del jirón Andrés Rázuri, cuadras 1 y 2 y de la avenida Huancavelica, cuadras 15,16 y 17 de Chulucanas. Tesis (Título de Ingeniero Civil).Chulucanas: universidad católica los ángeles Chimbote, 2017.  
Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1869>
- ✓ DI MASCIO, Paola, MORETTI, Laura y CAPANNOLO, Americo. Concrete block pavements in urban and local roads: Analysis of stress-strain condition and proposal for a catalogue. revista Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition) [en línea] diciembre 2019, vol. 10. n° 6. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756418300564>  
[ISSN: 2095-7564](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756418300564)
- ✓ DR. S.A., Raji, ABUBAKAR B., Yahaya y NWANKWO, Felix. Analysis of Interlocking Pavement Road (Case Study: COMSIT Road in University of Ilorin). Revista International Journal of Engineering Research [en línea]. 9 de

marzo 2017, vol. 5 n° 4. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijer&volume=5&issue=4&article=002>

ISSN: 2319-6890

- ✓ DRAKE Jennifer y SEHGAL, Kirti. Improving Restorative Maintenance Practices for Mature Permeable Interlocking Concrete Pavements. Revista Urban Water Management [en línea].6 de octubre de 2018, vol.10.n° 11. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/11/1588/htm>  
ISSN: 2073-4441
- ✓ FAJARDO, Luis. Los países con las mejores y las peores carreteras en A. Latina [en línea].BBC NEWS.com.10 de junio de 2015. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2020].Disponible en: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609\\_economia\\_mejores\\_peores\\_carreteras\\_lf](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/06/150609_economia_mejores_peores_carreteras_lf)
- ✓ FLORES MAMANI, Álvaro Victor. Estudio de las causas del deterioro prematuro del pavimento articulado de la plaza de armas de la localidad de Paucarcolla de la provincia de Puno. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2019. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4194>
- ✓ GONZÁLEZ FERNANDEZ, Hilda [et al]. Propuesta de Metodología para evaluación de Pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). Revista Ciencia de su PC [en línea] enero-marzo 2019, vol. 1 n° 4. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020] Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>  
ISSN: 1027-2887
- ✓ HERNÁNDEZ, Roberto [et al.]. Metodología de la Investigación 6ª ed. México: McGraw-Hill Educación, 2014. 633 pp  
ISBN: 145622396

- ✓ HIGUERA SANDOVAL, Carlos Hernando y PACHECO MERCHÁN, Óscar Fabián. Patología de Pavimentos Articulados. Revista Ingeniería Universal de Medellín [en línea]. Julio – diciembre 2010, vol. 9 n° 17. [Fecha de consulta: 19 de mayo del 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v9n17/v9n17a07.pdf>  
ISSN: 1692-3324
  
- ✓ LERMA Héctor. Metodología de la Investigación [en línea]. 5ta.ed. Colombia: ECOE., 2016. [fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=COzDDQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=libro+d+emetodologia+2016&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjYm9r0oLbpAhXJK7kGHSaZBg8Q6AEINjAC#v=onepage&q=libro%20d%20emetodologia%202016&f=false>  
ISBN: 9789587713466
  
- ✓ MANUAL DE CARRETERAS. Suelos y Pavimentos. Perú: Editorial MACRO, 2015. 232 pp.  
ISBN: 9786123042516
  
- ✓ MORENO PONCE, Luis Alfonso [et al.]. Mantenimiento y Conservación de Carreteras. Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo, S.L., 2018. 144 pp.  
ISBN: 9788494807497
  
- ✓ MUBARAKI, Muhammad. Highway subsurface assessment using pavement Surface distress and roughness data. International Journal of Pavement Research and Technology [en línea] setiembre 2016, vol. 9 n°5. [fecha de consulta: 21 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416300906>  
ISSN: 1997-1400
  
- ✓ MUÑOZ ROCHA, Carlos I. Metodología de la investigación [en línea]. México: Editorial Progreso S.A de C.V, 2015



[Fecha de consulta: 30 de mayo del 2020]. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=\(MU%C3%91OZ,+2015\)&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3-9Svr9XpAhUoGLkGHVA8C8kQ6AEIJzAA#v=onepage&q=\(MU%C3%91OZ%2C%202015\)&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=DflcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=(MU%C3%91OZ,+2015)&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi3-9Svr9XpAhUoGLkGHVA8C8kQ6AEIJzAA#v=onepage&q=(MU%C3%91OZ%2C%202015)&f=false)

ISBN: 9786074265422

- ✓ PATIL, Prashant M. y Dr. PATIL, Sachin k. Review on Maintenance of Roads based on Pavement Condition Index. Revista International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) [en línea] Julio 2018, vol. 05 n°07. [fecha de consulta: 21 de mayo del 2020]  
Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V5/i7/IRJET-V5I7291.pdf>  
ISSN: 2395-0056
- ✓ Redacción Gestión. Falta de carreteras representan el 20% de la brecha total de infraestructura en el país [en línea]. gestion.pe.5 de mayo de 2016. [fecha de consulta: 12 de mayo de 2020]. Disponible en:  
<https://gestion.pe/economia/falta-carreteras-representan-20-brecha-total-infraestructura-pais-146347-noticia/>
- ✓ ROJA SELVARAJU, Yamini [et al]. Behaviour of paver blocks with partial replacement of sand using quarry dust. Revista International Journal of Engineering Research and Modern Education [en línea]. 13 de junio 2017 [fecha de consulta: 21 de mayo del 2020]. Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/317559418\\_BEHAVIOUR\\_OF\\_PAVEMENT\\_BLOCKS\\_WITH\\_PARTIAL\\_REPLACEMENT\\_OF\\_SAND\\_USING\\_QUARRY\\_DUST](https://www.researchgate.net/publication/317559418_BEHAVIOUR_OF_PAVEMENT_BLOCKS_WITH_PARTIAL_REPLACEMENT_OF_SAND_USING_QUARRY_DUST)
- ✓ RONDÓN QUINTANA, Hugo Alexander y REYES LIZCANO, Fredy Alberto. Pavimentos: materiales, construcción y diseño [en línea]. Ecoe Ediciones, 2015. Disponible en:  
[https://books.google.com.pe/books/about/Pavimentos.html?id=dRT0jwEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Pavimentos.html?id=dRT0jwEACAAJ&redir_esc=y)  
ISBN: 9789587711752

- ✓ RUEDA RINCON, Sergio Iván. Cálculo de índice de conocimiento del pavimento articulado en un tramo de vía urbana del municipio de la calera Cundinamarca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2017.  
Disponible en: <https://docplayer.es/77719963-Calculo-del-indice-de-condicion-del-pavimento-articulado-en-un-tramo-de-via-urbana-del-municipio-de-la-calera-cundinamarca-sergio-ivan-rueda-rincon.html>
  
- ✓ SARGAND, M. Shad, VEGA POSADA, Carlos y ARBOLEDA MONSALVE, Luis. Long term performance of existing portland cement concrete pavement sections – case study. Revista DYNA [en línea] junio- febrero 2014, vol. 81 n° 183. [fecha de consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532014000100005](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532014000100005)  
ISSN: 0012-7353
  
- ✓ SOLMINIHAC, Hernán, ECHAVEGUEREN, Tomás y CHAMORRO, Alondra. Gestión de Infraestructura Vial. 3.ª ed. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2018. 742 pp.  
ISBN: 9789561422759
  
- ✓ SUN, Lijun. Estructural Behavior of Asphalt Pavements. Ámsterdam: El Servier, 2016. 1070 pp.  
ISBN: 9780128499085
  
- ✓ VEGAS GUTIÉRREZ, Susana Julissa. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento intertrabado de la Av. Los diamantes entre la Av. Próceres y la Av. Ramón Romero, urb. Bello Horizonte Piura diciembre 2017. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2018.  
Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4371>

**ANEXOS**

**ANEXO 1**  
Matriz de Operacionalizacion

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
Evaluación del Estado de Conservación del Pavimento	Es un proceso el cual otorga un conocimiento detallado del estado de conservación en el que se encuentra el pavimento, para así poder otorgar su respectivo mantenimiento. (ECHAVEGUREN Tomas, CHAMORRO Alondra y OLMINIHAC Hernán, 2018)	Se evaluó el estado de conservación del pavimento articulado utilizando la metodología Índice de Condición de Pavimento (ICP).	Identificar los tipos de deterioros y sus características	a) Ubicar el tramo de estudio b) Ficha de evaluación de deterioros	Razón
			Calculo del ICE e ICF	a) porcentaje de área afectada (%Aa) b) porcentaje de área equivalente afectada, (%Ae) c) factor de penalización por área afectada, FA	Razón
			Calculo del ICP	a) matriz de valores ICE e ICF	Razón
			Estado de conservación del pavimento	a) índice de condición de pavimento	Ordinal

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 2

### Ficha de Observación

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela de Ingeniería Civil




#### FICHA DE EVALUACION DEL PAVIMENTO ARTICULADO


UBICACIÓN: vía La Libertad Km00+400-Km00+500


LONGITUD DE TRAMO: 100mts ANCHO DE CALZADA: 6.5mts


DÍA: 06/06/2020 RESPONSABLES: Shirley Ríos García


INSTRUCCIONES: Llenar los cuadros en blanco con los valores del nivel de severidad según sea el caso.


Abultamiento, BA		
Definición: Prominencias o realces que se presentan en la superficie del pavimento.		Área de influencia:
Causas:	Anormalidades volumétricas ubicadas en la subrasante.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Altura >20 mm	
Medio (M)	Altura 20 a 40 mm	
Alta (A)	Altura < 40 mm	

Depresiones, DA		
Definición: Son hundimientos ubicados de modo circular, pero sin pérdida de material.		Área de influencia:
Causas:	Algún inapropiado drenaje o la falta de mantenimiento del mismo.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Altura >20 mm	
Medio (M)	Altura 20 a 40 mm	
Alta (A)	Altura < 40 mm	

Ahuellamiento, AH		
Definición: Son hundimientos pronunciados a lo largo del sentido de tránsito.		Área de influencia:
Causas:	Mala compactación de las capas estructurales.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Altura >20 mm	
Medio (M)	Altura 20 a 40 mm	
Alta (A)	Altura < 40 mm	


Desgaste Superficial, DS		
Definición: Es la erosión en la superficie del adoquín, dejando al descubierto el agregado grueso de éste.		Área de influencia:
Causas:	Mala calidad en la fabricación de los adoquines. Contacto constante a flujo de agua.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Desgaste superficial. Área inferior a 0.5 m <sup>2</sup> .	
Medio (M)	Desgaste superficial con pérdida de finos. Área superior a 0.5 m <sup>2</sup> .	
Alta (A)	Desgaste superficial con pérdida de agregados gruesos.	

Desplazamiento de Juntas, DJ		
Definición: Permite que el adoquín se separe de su alineación inicial.		Área de influencia:
Causas:	La zona con gran pendiente. Falta de confinamiento transversal.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Abertura de juntas < 5 mm	
Medio (M)	Zona con área > 0.5 m <sup>2</sup>	
Alta (A)	Abertura de juntas entre 5 – 10 mm	


Fracturamiento de Confinamiento Interno, CI		
Definición: Severidad avance de deterioro o destrucción de los confinamientos internos.		Área de influencia:
Causas:	Por fatiga por tránsito, material pobre, impacto de llantas vehiculares y vegetación.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Fisuras <3mm	
Medio (M)	Grietas >3mm	
Alta (A)	Grietas >3mm (permite el ingreso de basura y partículas extrañas al pavimento)	

Escalonamiento entre Adoquines y Confinamientos, EC		
Definición: Alteración repentina de nivel entre la línea de los adoquines.		Área de influencia:
Causas:	Por cambios de nivel del elemento de confinamiento con el adoquín en la construcción	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Desnivel < 5 mm	
Medio (M)	Desnivel entre 5 – 10 mm	
Alta (A)	Desnivel > 10 mm	


Juntas Abiertas, JA		
Definición: Abertura entre las juntas que supera a 3mm.		Área de influencia:
Causas:	Por carga de tránsito, confinamiento inadecuado, carencia de sello de juntas.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)		Separación entre juntas < 5 mm
Medio (M)		Separación entre juntas 5 – 10 mm
Alta (A)		Separación entre juntas > 10 mm




Vegetación de la Calzada, VC		
Definición: Crecimiento de vegetación entre las juntas.		Área de influencia:
Causas:	Falta de limpieza y abandono de carreteras.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)		Aparición de poca vegetación entre las juntas
Medio (M)		Vegetación por encima de la superficie.
Alta (A)		La vegetación levanta a los adoquines.



Pérdida de Arena, PA		
Definición: La exhibición de partículas de arena en la superficie del pavimento.		Área de influencia:
Causas:	Juntas abiertas. Desplazamiento de juntas.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)		Zonas aisladas donde se aprecia pérdida de arena. Área inferior a 0.5 m2.
Medio (M)		Área superior a 0.5 m2.
Alta (A)		Asentamientos y pérdidas de los perfiles del pavimento.



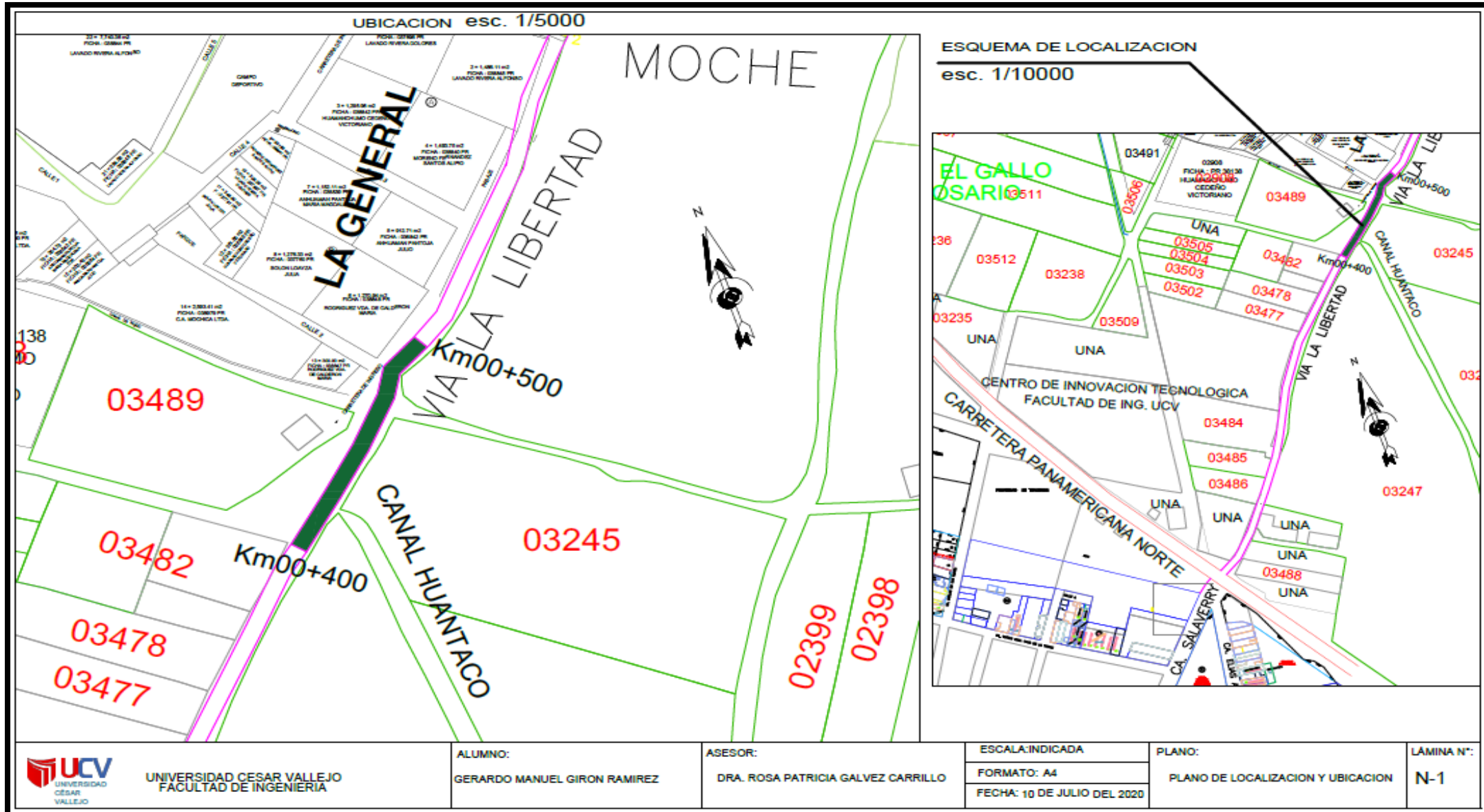
Desplazamiento de Borde, DB		
Definición: Corrimientos ubicados de los adoquines junto a los bordes de confinamiento.		Área de influencia:
Causas:	Ineficiencia de construcción. Carga de tránsito.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)		Desplazamiento de borde es < 2 cm
Medio (M)		Desplazamiento de borde de 2 – 5 cm
Alta (A)		Desplazamiento de borde > 5 cm



Fracturamiento, FA		
Definición: Manifestaciones de fisuras y grietas en los adoquines de concreto.		Área de influencia:
Causas:	Mala calidad de materiales de los bloques. Carga excesiva no considerada.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Área < 5 m2	
Medio (M)	Área => 0.5 m2	
Alta (A)	Área > 0.5 m2	
Fracturamiento de Confinamientos Externos, CE		
Definición: Severidad de avance de deterioro de los confinamientos externos.		Área de influencia:
Causas:	Fatiga por el peso de tránsito, por impacto de llantas, por vegetación.	
Nivel de Severidad		
Bajo (B)	Fisuras < 3 mm	
Medio (M)	Grietas >3 mm (elemento no desplazado)	
Alta (A)	Grietas >3 mm (elemento ya desplazado)	

### ANEXO 3

#### Plano de Localización y Ubicación



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERIA

ALUMNO:  
GERARDO MANUEL GIRON RAMIREZ

ASESOR:  
DRA. ROSA PATRICIA GALVEZ CARRILLO

ESCALA:INDICADA  
FORMATO: A4  
FECHA: 10 DE JULIO DEL 2020

PLANO:  
PLANO DE LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA N°:  
N-1