

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER
EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
RÍGIDO DEL BARRIO MAGDALENA DEL
DISTRITO AYACUCHO, PROVINCIA DE
HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO -
2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTORA:

TAYPE HUAMANI, PAMELA

ORCID: 0000-0002-1082-3647

ASESOR:

RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

**AYACUCHO - PERÚ
2021**

TÍTULO DE LA TESIS

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL BARRIO MAGDALENA DEL DISTRITO AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2019.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Taype Huamani, Pamela
ORCID: 0000-0002-1082-3647
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Estudiante de Pregrado
Ayacucho-Perú

ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote
Facultad de Ingeniería
Escuela profesional de Ingeniería Civil
Ayacucho-Perú

JURADO

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X

FIRMA DE JURADO Y ASESOR

Retamozo Fernández, Saúl Walter
ORCID: 0000-0002-3637-8780
Asesor

Purilla Velarde, Jesús Luis
ORCID: 0000-0002-2103-3077
Presidente

Esparta Sánchez, José Agustín
ORCID: 0000-0002-7709-2279
Miembro

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés
ORCID: 0000-0002-6949-864X
Miembro

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, Ana y a mi familia quien en todo momento me fortaleció para seguir continuando.

A mis docentes quienes nunca desistieron al enseñarme, a ellos depositando su esperanza en mí.

DEDICATORIA

A nuestro señor por darme la voluntad y la fuerza para seguir adelante y concluir mi carrera profesional, a mi madre por todo el esfuerzo que hizo en apoyarme en mi anhelo de ser profesional durante mi carrera.

RESUMEN

La investigación del proyecto tuvo como objetivo general en determinar y evaluar las patologías del concreto rígido para obtener el Índice de Integridad Estructural del pavimento y la Condición Operacional de la superficie de las pistas de Magdalena, distrito Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho 2018.

Para el recojo de la investigación se aplicó el método PCI con el cual determinaremos el Índice de Condición Estructural del pavimento de las de las pistas de Magdalena en cada uno de sus tramos, teniendo en cuenta las consideraciones básicas en cada momento al analizar las patologías, también el procedimiento para determinar el método Índice de Condición Estructural del pavimento y su aplicación al problema.

En la presente tesis se detalla: El marco teórico, donde se identifica el proceso socio histórico del uso y aplicación del pavimento a través de los antecedentes internacionales y nacionales; se define el concepto de pavimento, los tipos, clasificación del pavimento, las patologías y un manual de fallas o daños más comunes que dañan al pavimento de concreto rígido.

Se explica el procedimiento del método: El muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección y por último se presentan las hojas de registro con el respectivo cálculo del PCI para cada unidad de la muestra realizada. La metodología que se aplicó fue del tipo evaluativo visual. Finalmente, obtenemos como resultado un pavimento en estado **muy malo**.

Palabras clave: construcción del pavimento, diseño del pavimento, tolerancias constructivas, patología, pavimento, PCI.

ABSTRACT

The general objective of the project investigation was to determine and evaluate the pathologies of rigid concrete to obtain the Pavement Structural Integrity Index and the Operational Condition of the Magdalena Tracks surface, Ayacucho District, Huamanga Province and Ayacucho Department 2018.

In order to collect the research, the PCI method was applied, with which we will determine the Structural Condition Index of the pavement of the Magdalena Tracks in each of its sections, taking into account the basic considerations at each moment when analyzing the pathologies. Also the procedure to determine the method Structural Condition Index of the pavement and its application to the problem.

In this thesis is detailed: The theoretical framework, where the socio-historical process of the use and application of the pavement through the international and national antecedents is identified; the pavement concept is defined, the types, classification of the pavement, the pathologies and a manual of faults or damages more common that damage the pavement of rigid concrete.

The procedure of the method is explained: the unit sampling, the calculation of the PCI, the inspection criteria and finally the record sheets with the respective calculation of the PCI for each unit of the sample made.

The methodology applied was of the visual evaluative type. Finally, we obtain as a result a pavement in **very bad** condition.

Keywords: constructive tolerances, pavement, pavement construction, pavement design, pathology, PCI.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| TÍTULO DE LA TESIS | i |
| EQUIPO DE TRABAJO | ii |
| FIRMA DE JURADO Y ASESOR | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| DEDICATORIA | v |
| RESUMEN | vi |
| ABSTRACT | vii |
| ÍNDICE GENERAL | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xiv |
| I INTRODUCCIÓN. | 1 |
| II REVISIÓN DE LA LITERATURA. | 4 |
| 2.1 Antecedentes. | 4 |
| 2.1.1 Antecedentes Locales. | 4 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales. | 8 |
| 2.1.3 Antecedentes Internacionales. | 15 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.2 | Marco teórico. | 18 |
| 2.2.1 | Pavimento. | 18 |
| 2.2.1.1 | Clasificación de Pavimentos. | 18 |
| | A. Pavimento semirrígido | 18 |
| | B. Pavimento hidráulico. | 20 |
| | C. Pavimento híbrido. | 21 |
| 2.2.2 | La Patología. | 22 |
| 2.2.2.1 | Patología en Pavimentos Flexibles. | 22 |
| 2.2.2.2 | Manual de Daños. | 22 |
| 2.2.2.3 | Tipos de Patologías en Pavimentos Flexibles. | 23 |
| | A. Piel de Cocodrilo. | 23 |
| | B. Exudación. | 24 |
| | C. Agrietamiento en Bloque. | 25 |
| | D. Abultamientos y Hundimientos. | 26 |
| | E. Corrugación. | 27 |
| | F. Depresión. | 28 |
| | G. Grieta de Borde. | 28 |
| | H. Grieta de Reflexión de Junta. | 29 |
| | I. Desnivel Carril / Berma. | 30 |
| | J. Grietas Longitudinales y Transversales. | 31 |
| | K. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos. | 32 |
| | L. Pulimento de Agregados. | 33 |
| | M. Baches. | 34 |
| | N. Cruce de Vía Férrea. | 35 |
| | O. Ahuellamiento. | 36 |
| | P. Desplazamiento. | 37 |
| | Q. Grietas Parabólicas. | 38 |
| | R. Hinchamiento. | 39 |

| | |
|--|-----------|
| S. Desprendimiento de Agregados. | 40 |
| 2.2.3 Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement Condition Index) | 41 |
| A. Terminología. | 42 |
| B. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento. | 43 |
| C. Determinación y Selección de Unidades de Muestreo. | 44 |
| D. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo. | 45 |
| E. Cálculo del PCI De una Sección del Pavimento. | 47 |
| III HIPÓTESIS. | 49 |
| 3.1 Hipótesis general. | 49 |
| 3.2 Hipótesis específicas. | 49 |
| IV METODOLOGÍA. | 50 |
| 4.1 Diseño de la investigación. | 50 |
| 4.2 Tipo y nivel de investigación | 51 |
| 4.3 Población y muestra. | 51 |
| 4.3.1 Población. | 51 |
| 4.3.2 Muestra. | 52 |
| 4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores. | 52 |
| 4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 54 |
| 4.6 Plan de análisis. | 54 |
| 4.7 Matriz de consistencia. | 54 |
| 4.8 Principios éticos. | 56 |
| 4.8.1 Protección de personas. | 56 |
| 4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad. | 56 |
| 4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado. | 56 |
| 4.8.4 Beneficencia no Maleficencia. | 57 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.8.5 | Justicia. | 57 |
| 4.8.6 | Integridad física. | 57 |
| V | RESULTADOS. | 58 |
| 5.1 | Resultados. | 58 |
| 5.1.1 | Información preliminar | 58 |
| 5.1.2 | Unidad de muestra A1 - Jr. Unión cuadra 2 | 59 |
| 5.1.3 | Unidad de muestra A2 - Jr. Miller - cuadra 2 | 61 |
| 5.1.4 | Unidad de muestra A3 - Av. Mariscal Cáceres – cuadra 6 | 64 |
| 5.1.5 | Unidad de muestra A4 - Jr. Roma – cuadra 1 | 66 |
| 5.2 | Análisis de resultados. | 69 |
| VI | CONCLUSIONES. | 72 |
| | ASPECTOS COMPLEMENTARIOS. | 73 |
| | ANEXOS | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Estructura de un pavimento flexible. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 19 |
| 2.2 | Pavimento Hidráulico. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 21 |
| 2.3 | Estructura típica del pavimento híbrido. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 21 |
| 2.4 | Fallas en pavimentos flexibles. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 22 |
| 2.5 | Patología piel de cocodrilo. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 24 |
| 2.6 | Patología por exudación. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 25 |
| 2.7 | Patología por agrietamiento en bloque. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 26 |
| 2.8 | Patología por abultamiento y hundimiento. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 27 |
| 2.9 | Patología por corrugación. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 27 |
| 2.10 | Patología por depresión. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 28 |
| 2.11 | Patología por grieta de borde. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 29 |
| 2.12 | Patología por grieta de reflexión de junta. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 30 |
| 2.13 | Patología por desnivel carril-berma. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 31 |
| 2.14 | Patología por grietas longitudinales y transversales. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 32 |
| 2.15 | Patología por parcheo. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 33 |
| 2.16 | Patología por pulimento de agregados. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 33 |
| 2.17 | Patología por baches. Fuente: (Luis Vásquez, (2002)). | 35 |
| 2.18 | Patología por cruce de vía férrea. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 36 |
| 2.19 | Patología por ahuellamiento. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 37 |
| 2.20 | Patología por desplazamiento. Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)). | 38 |

| | | |
|------|--|----|
| 2.21 | Patología por Grieta parabólica. Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)). | 39 |
| 2.22 | Patología por hinchamiento. Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)). | 40 |
| 2.23 | Patología por desprendimiento de agregados. Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)). | 41 |
| 2.24 | Curvas de valor deducido corregido de la muestra. Fuente: (Luis Vásquez, (2002)). | 47 |
| 5.1 | Ubicación de la zona de estudio. Fuente: Google Maps | 58 |
| 5.2 | Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 1. Fuente: Elaboración propia. | 60 |
| 5.3 | PCI de la unidad de muestra N° 1. Fuente: Elaboración propia. | 61 |
| 5.4 | Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 2. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| 5.5 | PCI de la unidad de muestra N° 2. Fuente: Elaboración propia. | 63 |
| 5.6 | Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 3. Fuente: Elaboración propia. | 65 |
| 5.7 | PCI de la unidad de muestra N° 3. Fuente: Elaboración propia. | 66 |
| 5.8 | Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 4. Fuente: Elaboración propia. | 68 |
| 5.9 | PCI de la unidad de muestra N° 4. Fuente: Elaboración propia. | 68 |
| 5.10 | Condición del pavimento. Fuente: Elaboración propia. | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Nivel de severidad del bache. Fuente: (Luis Vásquez, (2002)). | 34 |
| 2.2 | Rango de clasificación de pavimentos de los pavimentos. Fuente: (Luis Vásquez, (2002)). | 42 |
| 2.3 | Formato del PCI para pavimentos flexibles. Fuente: Elaboración propia. | 43 |
| 2.4 | Longitud de la unidad de muestreo. Fuente: (Luis Vásquez, (2002)). | 44 |
| 4.1 | Pasos a seguir para el análisis de nuestra muestra. Fuente: Elaboración propia. | 51 |
| 4.2 | Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia. | 53 |
| 4.3 | Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia. | 55 |
| 5.1 | Unidad de muestra A1. Fuente: Elaboración propia. | 59 |
| 5.2 | Unidad de muestra A1. Fuente: Elaboración propia. | 60 |
| 5.3 | Unidad de muestra A2. Fuente: Elaboración propia. | 62 |
| 5.4 | Unidad de muestra A2. Fuente: Elaboración propia. | 62 |
| 5.5 | Unidad de muestra A3. Fuente: Elaboración propia. | 64 |
| 5.6 | Unidad de muestra A3. Fuente: Elaboración propia. | 65 |
| 5.7 | Unidad de muestra A4. Fuente: Elaboración propia. | 67 |
| 5.8 | Unidad de muestra A4. Fuente: Elaboración propia. | 67 |
| 5.9 | Resumen de los resultados. Fuente: Elaboración propia. | 69 |
| 5.10 | Resumen de los resultados. Fuente: Elaboración propia. | 71 |

I. INTRODUCCIÓN.

La presente investigación que detalla en las patologías sufridas por diferentes proyectos en pavimentos rígidos del país, dispuso más énfasis para su análisis en el contorno de las Pista de las calles de Magdalena, en el departamento de Ayacucho; al cual se evidenció deterioros severos en su estructura y en base a ello se realizó un seguimiento riguroso, donde se pudo constatar las diferentes causas que las provocaron. Importante recalcar, que actualmente dichos pavimentos, tienen una durabilidad variable, como el proceso constructivo, el clima, el uso, el mantenimiento, la supervisión, etc., tal es así que la mayoría de las obras del estado se encuentran con patologías a temprana edad. Esto indica que no se realizó un buen proceso constructivo. Habitualmente se han diseñado los pavimentos para un periodo de diseño de 20 años que debe estar operativo sin ninguna patología, sin embargo, en las pistas de Magdalena, la mayoría tienen un promedio de 10 años, es así como podemos observar que presentan diversas patologías al cual podrían peligrar al transeúnte y dificultades en el tránsito vial.

Para el usuario como un punto de vista el pavimento es una superficie donde nos brinde una comodidad adecuada, una seguridad cuando se transite sobre ella, un buen servicio de calidad.

No existe una información actual respecto de las condiciones del pavimento rígido de cómo se encuentran las pistas de Magdalena. Por tal motivo fue necesario determinar las patologías, dejando notar con mayor frecuencia grietas, deformaciones, baches en las diferentes y entre otras. Las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar PCI a partir de dichas patologías.

Por lo anteriormente expresado, el enunciado del problema de investigación es el siguiente: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del pavimento de concreto rígido en el barrio Magdalena del distrito de Ayacucho, nos permitirá obtener el índice de integridad estructural del pavimento y evaluar el estado actual del pavimento?

Para dar respuesta al problema, se ha planteado el siguiente objetivo general de esta investigación: Determinar el Índice de Integridad Estructural del Pavimento de las calles de Magdalena del distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga y Departamento de Ayacucho a partir de la determinación y evaluación de las patologías del mismo. Para poder conseguir el objetivo general, nos hemos planteado los siguientes objetivos específicos:

- a) Reconocer e identificar las patologías.
- b) Verificar la información sobre las patologías que estas alteraran al pavimento rígido mediante la aplicación de la observación.
- c) Obtener el índice de integridad estructural del pavimento.
- d) Evaluar la condición operacional de la superficie del pavimento.

Construidos los pavimentos deben conservarse y estar en operación para satisfacer sus fines de propiciar un óptimo transporte. Esto no quiere decir tenerlos como el día de su estreno, si no mantenerlo durante su vida útil, calidad de servicio que proporcionara una demanda sin duda creciente y muy frecuente. Este hecho, debe ser previsto al inicio del proyecto.

Esta investigación se justifica por la necesidad de conocer las patologías que se presenta y encuentra el pavimento existente. Desarrollaremos un Tipo de Investigación Descriptiva, no Experimental, de corte transversal y Correlacionado para el periodo 2018.

El resultado general de las muestras según el método del PCI, como también minimizar la probabilidad de deterioro temprano, que en general ocurre como fisuración y desprendimiento.

La metodología de trabajo es del tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. El resultado obtenido de las muestras totales con un índice de 42, siendo un pavimento **MALO**.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes Locales.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE REFORZADO CON GEOMALLAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO [1].

- **Objetivos:** Realizar el diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para reducir los espesores de la estructura del pavimento.
- **Metodología:** La metodología que se empleara se basará en las normas AASHTO, el tipo de investigación será cuantitativo, el nivel de la investigación sera descriptivo - explicativo.
- **Resultados:** Los resultados nos muestran que el modelo de pavimento flexible reforzado e idealizado en 2D mediante el Software Plaxis versión 2012, ha servido para verificar y contrastar nuestras hipótesis sobre la reducción de la estructura, donde para una sección de 20 cm de base, 25 cm de subbase reforzada con geomalla entre la base Granular, tiene una deformación vertical que varia 86 en 0.27 mm al del pavimento de 25 cm de base, 35 cm de subbase, sin refuerzo y bajo las mismas condiciones. El diseño con el coeficiente LCR y TBR, muestra unos resultados muy próximos y que para fines constructivos se considera 15 cm para la capa Base y 20 cm para la capa subbase, este diseño puede ser respaldado por los diseños hechos por Maccaferri y Tensar,

mientras que Pavco tiene limitaciones pues reduce la estructura del pavimento arbitrariamente, proporcionando espesores finales.

- **Conclusión:** Se concluye que si bien usamos la metodología del AASHTO R-50 para reducir la estructura del pavimento donde no se toma en cuenta la capa sub base, Berg(2000), Cam88 paña(2011), Zornberg(2010) y Han(2015) realizan diseños del mismo modo, no obstante para considerar la capa sub base realizan un artificio donde la posición final de la geomalla será entre la base y sub base, sin embargo al ser solo un artificio discrepamos la ubicación que se le da, pues debería de considerarse entre la capa subbase y la subrasante.

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VÍAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO [2].

- **Objetivos:** Realizar la evaluación económica en el ciclo de vida de los pavimentos rígidos y flexibles en las vías colectoras y arteriales del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad para determinar un tipo de pavimento que otorgue mayor serviciabilidad con menor costo.
- **Metodología:** La metodología fue de tipo descriptivo, correlacional, explicativa y no experimental.
- **Resultados:** Los resultados nos muestran el costo de construcción de pavimentos flexibles, en todos los casos evaluados bordean el 83.7 % del costo de construcción del pavimento rígido, montos que consideran la construcción de la base, sub base y la capa superficial, además de ello en todos los casos, tanto el costo por conservación y mantenimiento como el COV en el pavimento flexible es mayor al del pavimento rígido.
- **Conclusión:** Se concluyó a partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, que en el 87.5 % de los

casos evaluados, la construcción de un pavimento rígido (alternativa 1) es más rentable que la construcción de un pavimento flexible (alternativa 2) para las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO - AGOSTO 2016 [3].

- **Objetivos:** Determinar el PCI y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016.
- **Metodología:** La metodología es de tipo descriptivo, no experimental y cuantitativo de corte transversal.
- **Resultados:** Los resultados nos dan un dato referencial del estado situacional de la condición funcional que tiene cada unidad muestral y que influyen en la necesidad de generar un resultado global, para ello se adjunta el cuadro de valores resultantes de las 16 unidades muestrales, luego de la evaluación final, cuya severidad de fallas están en la clasificación de incidencias medio a alto y cuyo rango promedio final del PCI es de 34, resultando en su clasificación como un Pavimento Malo.
- **Conclusión:** Se concluyó con los cálculos realizados en el presente trabajo de tesis, para la determinación del índice de condición operacional a través del método (PCI), en las 16 unidades muestrales del pavimento flexible de la Avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta y región de Ayacucho, nos ha reportado un valor promedio de $PCI = 34$,

clasificándonos como un pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.

PROGRAMACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD PARA MOVIMIENTO DE TIERRA EN UNA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA POR PRECIOS UNITARIOS BAJO UN ENFOQUE PMBOK : IMPACTO EN EL ALCANCE , TIEMPO Y COSTO [4].

- **Objetivos:** Automatizar un sistema de medición de productividad para movimiento de tierra en la construcción de una carretera que nos proporcione la información necesaria para sustentar la evaluación de las mediciones de su desempeño y avance.
- **Metodología:** La metodología de la investigación es de tipo aplicada o tecnológica por su aplicación de conocimientos en la práctica y un nivel de investigación descriptivo y correlaciona! por la descripción de un fenómeno en estudio y la relación de sus variables.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que se desarrollo un programa informático denominado MepCat que reporta el informe de productividad el cual describe cuantitativamente los parámetros escogidos para ser sustento de la evaluación del desempeño y avance en movimiento de tierra previa utilización de la técnica de valor ganado.
- **Conclusión:** Se concluyó que utilizar la Guía del PMBOK y su herramienta la técnica de valor ganado fue, el eje de esta investigación pues de su aplicación se origina el informe de productividad , es una herramienta muy poderosa e indispensable en la gestión de proyectos.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CHULUCANAS ENTRE LAS PROGRESIVAS KM. 0+000 AL KM. 0+670 DEL DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA [5].

- **Objetivos:** Evaluar y determinar las patologías del pavimento flexible de Av. Chulucanas entre las progresivas Km.0+000 al Km.0+670 a partir del estudio visual, descriptivo y de tipo transversal para la evaluación de las incidencias patológicas.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: el pavimento presenta un daño estructural debido al inadecuado diseño. También se debe por falta de mantenimiento en tres categorías como las operaciones rutinarias, operaciones periódicas y aplicación de operaciones de restauración. Por ello, ante el desconocimiento del estado actual de la vía se aplica el PCI para poder determinar y evaluar las fallas que presentan las estructuras del pavimento.
- **Conclusión:** Se concluye que el método de Índice de condición del pavimento (PCI) del resultado de un 56.14% el estado de la vía. Esto significa que pavimento flexible se encuentra en buenas condiciones y la patología con mayor incidencia son las grietas.

ANÁLISIS PATOLÓGICO DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CALLE LORETO CUADRA 4 A LA 6- PIURA, 2015 [6].

- **Objetivos:** Analizar las patologías de la superficie del pavimento flexible en la calle Loreto cuadra 4 a la 6 del distrito de Piura, provincia de Piura, departamento de Piura.
- **Metodología:** La metodología optada es el método del PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la calle Loreto.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que la calle Loreto cuadra 4 a la 6 tiene un pavimento de estado bueno, con un PCI ponderado igual a 63.
- **Conclusión:** Se concluye esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales. La mayoría de ellas son fallas de tipo funcional, que no afectan el tránsito normal de vehículos, por lo que no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE LIMA DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO, DISTRITO PIURA, PROVINCIA DE PIURA Y DEPARTAMENTO DE PIURA [7].

- **Objetivos:** Evaluar y determinar las incidencias de las patologías existentes en el pavimento flexible, cuenta una longitud de 800m y un ancho de calzada de 6m con un área de 4800m² de pavimento asfáltico a evaluar.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: El PCI de todo el pavimento es el promedio de todas las unidades de muestreo, donde se obtuvo que el pavimento flexible de la calle Lima tiene un índice de 57.21 donde podemos decir que su estado del pavimento de la calle Lima es bueno.

- **Conclusión:** Se concluyó que las patologías como mayor incidencia en el pavimento asfáltico de la calle Lima del A.H. San Pedro del distrito Piura de la provincia de Piura son: f) Pulimento de agregados con un 11.84% de afectación, h) Ahuellamiento con un 3.98% de afectación, i) Desprendimiento de agregados con un 6.5% de afectación.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN JUNÍN [8].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías del asfalto con el índice de condición (PCI). Se investigó 312 metros lineales para poder identificar las fallas en el pavimento y cuantificarlo para conocer el estado actual de la vía.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: no se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10), pavimentos en estado muy malo (PCI entre 10 y 25), pavimentos en estado muy bueno (PCI entre 70 y 85), ni excelentes (PCI entre 85 y 100).
- **Conclusión:** Se concluye que la Unidad de Muestra U-01 presento que el pavimento investigado se encuentra en un estado bueno (PCI igual a 66), mientras que la unidad U-02 mostro un estado malo (PCI igual a 34). A diferencia de la unidad muestra U-03 mostro un estado regular (PCI igual a 52).

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD

ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA CALLE TUPAC AMARU CUADRAS 1, 2, 3, 4 Y 5, DISTRITO DE IQUITOS, PROVINCIA DE MAYNAS, REGION LORETO [9].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías del pavimento flexible y obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: los tipos de patologías que se encontraron a través de 9 unidades de muestras de la Calle Túpac Amaru dando como resultado los siguientes cifras, con 3.08% abultamientos y hundimientos de severidad media, con 0.32% abultamientos y hundimientos de severidad baja, con 2.21 grietas longitudinales y transversales de severidad media, con 0.62 grietas longitudinales y transversales de severidad baja, los parcheos con 1.64% de severidad media, con 0.52 parcheos con 0.52% de severidad baja, los huecos de severidad media con 9.89 y huecos de severidad baja con un 0.16% de daño.
- **Conclusión:** Se concluye que las muestras UM-01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09 son de fallas estructurales de media y baja densidad.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. MARCAVELICA CON PROLONGACIÓN MIGUEL GRAU Y AV. CIRCUNVALACIÓN - PIURA [10].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Marcavelica, evaluar la condición operacional de la superficie de la pista de la Avenida Marcavelica, distrito de Piura.

- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: la pista se encuentra en malas condiciones como las diferentes causas y variados orígenes trae el deterioro del pavimento. En la Av. Marcavelica estos casos se observa como en la mayoría de las obras por mala construcción de los pavimentos.
- **Conclusión:** Se concluye que con el desprendimiento de los agregados es de 33.66%, los baches es de 7.64%, las grietas longitudinales y transversales es de 0.67%, parcheo de 0.43%, abultamientos y hundimientos es de 0.38% y el ahuellamiento es de 0.06%.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA PISTA DE AEROPUERTO DEL AERÓDROMO “MANUEL PRADO” - DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGION JUNIN, AGOSTO - 2015 [11].

- **Objetivos:** Determinar y Evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la Pista de Aeropuerto del Aeródromo “Manuel Prado” del distrito de Mazamari Provincia de Satipo región Junín.
- **Metodología:** La metodología del trabajo es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación. Se realiza un registro estadístico de las patologías y valores de PCI obtenidos de muestras de las diferentes UUMM.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: En la Sección 1 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con una aérea de 450 m² cada muestra, siendo

un total de 5,400 m²; unidades señaladas en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 55, 52, 49, 46, 43, 40, 59, 62, 65, 68, 71 y 74; siendo su PCI = 24.78 MALO. En la Sección 2 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con un área de 450 m² cada muestra, siendo un total de 5,400 m², unidades señaladas en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 35, 32, 29, 26, 23, 20, 79, 82, 85, 88, 91, 90 y como muestra Adicional 35; siendo su PCI= 28.88 MALO. Sección 3 de donde se evaluó 12 unidades de Muestra, con un área de 450 m² cada muestra, siendo un total de 5,400 , unidades señaladas en el plano está conformada por las Unidades siguientes: 17, 14, 11, 8, 5, 2, 97, 100, 103, 106, 109 y 111; siendo su PCI = 45.03 REGULAR.

- **Conclusión:** Se llega a la conclusión que durante la ejecución de la evaluación visual y registro, se pudo observar que los daños del pavimento evaluado, ha sido como consecuencia del resultado de los esfuerzos por la recepción de cargas permanente que ha soportado y vienen recibiendo constantemente y las condiciones climatológicas, no como consecuencia de problemas en el concreto, base de soporte y estructura o defectos de construcción.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CALLE NICOLAS DE PIEROLA CUADRA 4 Y 5, PROVINCIA DE SULLANA, DEPARTAMENTO DE PIURA [12].

- **Objetivos:** Reconocer las deficiencias que sufren los pavimentos flexibles y rígidos y dar respuestas a la protección y restauración del mismo, al menor costo y con el resultado más productivo y concebible.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.

- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: Las fallas más representativas y dañinas que se encontraron en todas las unidades de muestra son; la peladura por intemperismo, debido a las altas temperaturas que siempre están en el norte del país; los baches, debido al mal proceso constructivo del pavimento o a las excesivas cargas que no van acorde al diseño del pavimento.
- **Conclusión:** Se concluyó que el actual estado del pavimento de la calle, cuadras cuatro y cinco, están en un mal estado, el mismo, ha sufrido constantemente cargas de vehículos pesados durante un buen periodo (aprox. 10 a 15 años).

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA RAMON ROMERO DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE – PIURA [13].

- **Objetivos:** Determinar y evaluar las patologías existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa, del distrito veintiséis de octubre - departamento de PIURA.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: existen las siguientes fallas, las fallas de nivel de severidad bajo: Abultamientos y Hundimientos. Fallas de nivel de severidad medio: huecos. Fallas de nivel de severidad alto: desprendimiento de agregados.
- **Conclusión:** Se concluye que las patologías encontradas en esta tesis de investigación son: el 74.64% es desprendimiento de agregados, el 1.32% es huecos, el 0.90% es abultamiento y hundimiento, el 0.71% es piel de cocodrilo, el 0.28% es ahuellamiento y el 0.08% es desnivel de carril o berma.

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

CONSERVACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS Y FLEXIBLES [14].

- **Objetivos:** Modernización de las vías de comunicación, promover el desarrollo social y económico.
- **Metodología:** La metodología consistió en un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron las cargas máximas reales de los vehículos son mayores a las permisibles dando como resultado una degradación y destrucción de los pavimentos más rápido que el tiempo proyectado.
- **Conclusión:** Se concluye de que no sirve de nada dar un mantenimiento a un camino que ya tiene una falla estructural; ya que en esta condición el camino ya no sirve.

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES PREMEZCLADOS EN BASE A CEMENTO ASFALTICO O EMULSION ASFALTICA EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. [15].

- **Objetivos:** Confeccionar una metodología de tratamientos superficiales premexclados en base a cemento asfaltico o emulsión asfaltica en pavimentos flexibles.
- **Metodología:** La metodología será por medio de una inspección visual para la recopilación de datos.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que el mayor problema que se tiene en el método tradicional es la cantida de finos que contiene y que en la mayoría de los casos en que se debe aplicar el riego de sello es inevitable este problema, por lo que mediante el premexclado se puede evitar la presencia de material fino.

- **Conclusión:** Se concluye que se necesita implementar métodos para riego de sello que no seas caros, ya que a pesar de los problemas que se tienen con el método tradicional se sigue aplicando por ser un método barato en comparación con el costo que implica la construcción de un pavimento flexible.

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES EN LA CARRETERA: BARRANCA LARGA EN EL ESTADO DE OAXACA [16].

- **Objetivos:** Dar a conocer cada una de las etapas utilizadas en la elaboración de infraestructuras de transportes, empleando pavimentos flexibles, por medio de un procedimiento constructivo, estableciendo cirterios y aplicaando normas para su realización durante su proceso de construcción, ayudando a comprender de una manera descriptiva y viable dicho procedimiento.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados en cuanto a las comparativas realizadas entre ambos tipos de pavmentos, rígidos y flexibles, es difícil establecer que uno sea mejor que otro, ya que presentan ventajas y desventajas uno con respecto al otro, aunque ambos representan buenas opciones para construcción de carreteras.
- **Conclusión:** Concluyendo que en esta situación es difícil de establecer con claridad, pero basándose en la experiencia y por supuesto en los recursos con los que se cuenta, la gran mayoría de infraestructura carretera en México está hecha a base de pavimentos flexibles, por supuesto con su cuerpo de terraplén debidamente cosntruido.

COMPARATIVA DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON PAVIMENTO RIGIDO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA AUTOPISTA MÉXICO-PUEBLA DEL KM 114+000 AL KM 127+500 [17].

- **Objetivos:** Analizar las alternativas, para la rehabilitación y ampliación con pavimento rígido comprándola con una alternativa de pavimento de tipo flexible, para elegir la alternativa más óptima.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Según los resultados obtenidos al realizar la comparativa de pavimentos del tipo flexibley del tipo rígido se observó que el pavimento flexible es más económico al momento de su construcción pero como va pasado el tiempo este tipo de pavimento requiere mayor y constante mantenimiento lo que al final de la vida útil del pavimento hace que su costo se eleve demasiado.
- **Conclusión:**En conclusión, se puede determinar que la obra va brindar un mayor auge a la zona carretera. Después de revisar el diseño del tramo en estudio se comprobó que el diseño era el adecuado para cumplir con la calidad adecuada para cumplir con la calidad deseada al menor costo posible. Al asegurar la calidad de los materiales, de diseño de la estructura de pavimento, del personal y los procedimientos constructivos se lograra un camino seguro y adecuado para los requerimientos de los usuarios que por esta autopista transiten.

DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS [18].

- **Objetivos:** Conocer la condición de pavimento y presentar la descripción de los tipos de pavimentos que existe en las construcciones de vías.
- **Metodología:** La metodología optada fue bajo un enfoque cualitativo - cuantitativo de corte transversal con alcance descriptivo y diseño no experimental.
- **Resultados:** Los resultados obtenidos revelaron que: los diferentes deterioros y sus causas que presenta el pavimento desde su construcción, también plantea

la aplicación de técnicas para su reparación de la construcción de obras de pavimentaciones. Se muestra los procesos constructivos de la pavimentación y para su mayor compresión se tomó fotografías.

- **Conclusión:** se concluyó con la construcción de pavimentos en las áreas 1 y 2 para poder identificar las fallas y poder repararlas, esto nos indica las variaciones comportamientos del pavimento en los diferentes lugares.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Pavimento.

Es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos u otra carga móvil, durante el periodo de tiempo al cual ha sido diseñado. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento [19].

2.2.1.1 Clasificación de Pavimentos.

El pavimento no solo será de una capa como mencionamos en la figura anterior sino de varias capas donde dependerá de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. Por esta razón, principalmente se diferenciará por el paquete estructural, son tres tipos: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Pavimento híbrido [19].

A. Pavimento semirrígido Conocido también como pavimento asfáltico o flexible, están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. El pavimento deberá ser resistente frente a la acción

del tránsito, al medio ambiente (clima) y transmitir hasta la subrasante los esfuerzos producidos por las cargas [20].



Figura 2.1: Estructura de un pavimento flexible.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

- Su período de vida será 10 - 15 años.
- Las ventajas del pavimento asfáltico es para su construcción será más económico.
- La desventaja del pavimento asfáltico es requerir un mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

Los elementos que integra el pavimento flexible:

- **Sub-Rasante.**

Es la cobertura del suelo de una vía que se superpone a las estructuras de los pavimentos y se ensancha a una altura que no afectan a las cargas del diseño del tráfico esperado. El grosor del pavimento flexible depende de la característica del subsuelo, en tanto debe desempeñar con los requerimientos de severidad, impenetrabilidad e inmunidad a la expansión y contracción debido a los factores de humedad.

- **Sub-Base.**

Es la capa de la estructura de flexible que cumple la función de soporte, transmisión y la distribución con uniformidad de las cargas aplicadas sobre las superficies de rodaduras del pavimento.

- **Base Granular.**

Es la capa de pavimento, la función que cumple es la distribución y la transmisión de las cargas originadas por el tránsito. Se coloca después de la sub-base y este través después de la sub-rasante, y la capa que se coloca sobre la base granular es la capa de rodadura. Está formada de material granular de calidad y su graduación depende de la densidad, fricción interna y cohesión.

- **La Carpeta Asfáltica.**

Conocido como la superficie de rodadura está colocada sobre la base y la función es proteger la estructura del pavimento flexible. Por ello impide la desintegración de las capas subyacentes ocasionadas por el tránsito de los vehículos.

B. Pavimento hidráulico. También llamado rígido, el pavimento está compuesto de losas de concreto Portland rígido, en algunos casos se presentarán con aceros de refuerzo. En este tipo de pavimento no tendremos deformaciones en las capas inferiores. La losa se encuentra sobre la base y ésta sobre la subrasante [20].



Figura 2.2: Pavimento Hidráulico.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

C. Pavimento híbrido. Conocido también como pavimento mixto, la unión de un rígido más un flexible, en lugar de la carpeta asfáltica se colocarán bloquetas de concreto, entonces obtendremos un pavimento mixto [20].



Figura 2.3: Estructura típica del pavimento híbrido.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

2.2.2 La Patología.

2.2.2.1 Patología en Pavimentos Flexibles.

Existen dos tipos de fallas [20]:

La **falla estructural** causa los deterioros en el paquete de pavimento estructural, en las capas se disminuyen la cohesión causando daño al comportamiento ante las cargas externas.

La **falla funcional** provoca el tránsito deteriorando la calidad de las superficies del pavimento flexible.

El método PCI detalla las fallas que siempre que son notorias en los pavimentos flexibles en zonas urbanas.

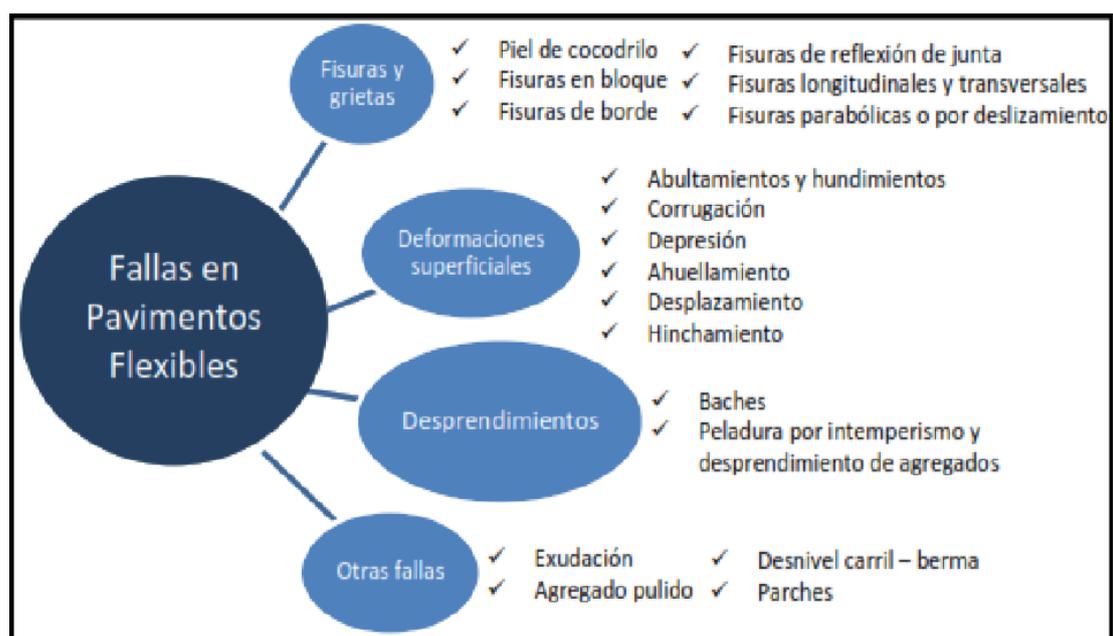


Figura 2.4: Fallas en pavimentos flexibles.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

2.2.2.2 Manual de Daños.

Para inspeccionar los daños del pavimento flexible, se evalúa la calidad del tránsito para conocer el nivel de severidad.

L (Bajo): aquellas vibraciones en el vehículo que no requiere una reducción

de velocidad en aras de la comodidad o seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales ocasiona un ligero rebote del vehículo, produciendo poca incomodidad.

M (Medio): aquellas vibraciones en el vehículo significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales ocasiona un rebote significativo, produciendo incomodidad.

H (Alto): vibraciones en el vehículo excesivas se debe reducir de forma considerable la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales ocasiona un excesivo rebote del vehículo, produciendo incomodidad importante, un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

2.2.2.3 Tipos de Patologías en Pavimentos Flexibles.

A. Piel de Cocodrilo. Es aquel que presenta fisuras interconectadas formados por polígonos irregulares, tienen una longitud máxima hasta 0.5 m de largo y de forma parecido a la piel de un cocodrilo. Se originan por tensiones altas debido a los esfuerzos y deformación unitaria, estos se presentan en el fondo del paquete asfáltico formando grietas hasta la superficie [21].

Nivel de severidad.

L (BAJO): Son grietas finas capilares y longitudinales, pero no descascaradas de forma paralela de pocas o ninguna interconectadas.

M (MEDIO): Presenta un ligero descaramiento.

H (ALTO): Son grietas que están definidos y descarados. Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.5: Patología piel de cocodrilo.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

B. Exudación. Es una película de material bituminoso que se agranda sobre un área determinado de pavimento, estas forman superficies brillantes, resbaladizas y reflectantes [21].

La patología es originada por varios elementos, tales como: el exceso de adhesivo de asfalto en la dosificación de la mezcla, la utilización del ligante asfáltico muy blando o suave y otros. Las exudaciones suceden por la presencia de climas cálidos, se agrandan en las superficies de los pavimentos porque se llena los vacíos de mezcla para expandir este proceso no es reversible por la presencia del clima frío.

Niveles de severidad.

L: La exudación se presencia en grado muy ligero y se manifiesta pocos días del año.

M: La exudación presenta asfaltos que se pegan al zapato y a la rueda del vehículo por pocas semanas.

H: La exudación presenta asfaltos que se pegan al zapato y a la rueda del vehículo por varias semanas del año.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.6: Patología por exudación.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

C. Agrietamiento en Bloque. Aquel que es originado en las partes largas del área del pavimento sin la presencia del tráfico; la fisura en los bloques es causado debido a las contracciones del concreto asfáltico y las variaciones de la temperatura [21].

Nivel de severidad.

L: Son de grietas de baja severidad, son parecidos por grietas longitudinales y transversales.

M: Los bloques considerados grietas de severidad media.

H: Los bloques considerados grietas de alta severidad.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.7: Patología por agrietamiento en bloque.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

D. Abultamientos y Hundimientos. Desplazamientos pequeños y bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que deforman el perfil de la vía [21].

Son originados por varios factores como:

- Losas levantadas del concreto de un pavimento rígido que cubren la carpeta asfáltica.
- Alargamiento por congelación.
- Infiltración y acaparamiento de material en una falla en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión de la base del suelo.
- Faltas de drenaje del paquete de pavimento estructural.

Nivel de severidad.

L: Producido por calidad de tránsito de bajas severidades.

M: Producido por calidad de tránsito de medianas severidades.

H: Producido por calidad de tránsito de altas severidades.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.8: Patología por abultamiento y hundimiento.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

E. Corrugación. Sucesión de ondulaciones formadas por picos y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas generalmente menos de 3,00 metros a lo largo del pavimento. Los picos son perpendiculares a la dirección del tráfico y son originados por el tráfico de los vehículos [21].

Nivel de severidad

L: Producido por calidad de tránsito de bajas severidades.

M: Producido por calidad de tránsito de medianas severidades.

H: Producido por calidad de tránsito de altas severidades.

Se miden en metros cuadrados.

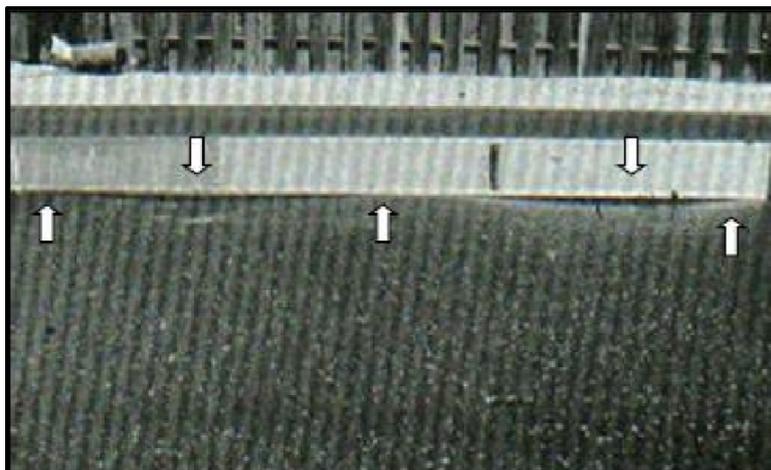


Figura 2.9: Patología por corrugación.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

F. Depresión. Son aquellas áreas que se localizan en las superficies de los pavimentos que presentan niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor [21].

Cuando cae la lluvia se puede observar con el empozamiento del agua se produce cuando se asienta la subrasante y causan rugosidad en las superficies de las carreteras.

Niveles de severidad.

L: Presencia de agrietamiento bajo sin fragmentación o desprendimiento.

M: Presencia de grietas medias con pocas fragmentaciones y desprendimientos.

H: Es notorio a lo largo del borde las fragmentaciones o desprendimientos.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.10: Patología por depresión.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

G. Grieta de Borde. Es el borde externo del pavimento, están a 0.30 a 0.50 m de éste. Se origina por presentar daños en la base o subrasante en el borde de los pavimentos flexibles ocasionados por cambios climáticos y los efectos abrasivos de las arenas [21].

Se miden en metros lineales.



Figura 2.11: Patología por grieta de borde.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

H. Grieta de Reflexión de Junta. Esta patología se originan en los pavimentos asfálticos construidos sobre losas de concreto de cemento Pórtland. El concreto cuando es inducido por temperatura o humedad producen el movimiento de la losa, bajo la superficie de concreto asfáltico. Las cargas del tránsito pueden ocasionar la rotura del pavimento asfáltico cerca de la grieta [21].

Niveles de Severidad:

L:

- Grietas sin relleno con ancho menor que 10.0 mm.
- Grietas rellenas de cualquier ancho.

M:

- Grietas sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- Grietas sin relleno de ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento.
- Grieta rellena de ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.

H:

- Grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento de media o alta severidad.

- Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.

Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma está severamente fracturada.

Se miden en metros lineales.



Figura 2.12: Patología por grieta de reflexión de junta.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

I. Desnivel Carril / Berma. Es la diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma. Es causada cuando las erosiones de las bermas se asientan o cuando se colocan las nuevas capas [21].

Nivel de severidad.

L: La diferencia en elevación está entre 25.0 y 51.0 mm.

M: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Se miden en metros lineales.



Figura 2.13: Patología por desnivel carril-berma.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

J. Grietas Longitudinales y Transversales. Son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida [21].

Las grietas transversales son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción.

Estos daños son producidos por:

- Las construcciones de las juntas es pobre.
- Se contrae el concreto asfáltico por las bajas temperaturas.
- El uso de ligantes muy duros o deteriorados.
- La temperatura mayor a 30° C lo cual produce la expansión en el pavimento.

Nivel de Severidad.

L: Para ello cumple la condición:

- Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- Grieta rellena de cualquier ancho.

M: Para ello cumple la condición:

- Grieta entre 10.0 mm y 76.0 mm. sin relleno de ancho.
- Grieta de cualquier ancho hasta 76.0 mm, está rodeada por grietas aleatorias pero pequeñas.

H: Para ello cumple la condición:

- Aquellas grietas rellenas o no por grietas aleatorias de severidad alta.
- Grieta de más de 76.0 mm sin relleno de ancho.
- Una grieta de cualquier ancho con alrededor severamente fracturadas.

Se miden en metros lineales.



Figura 2.14: Patología por grietas longitudinales y transversales.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

K. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos. El área deteriorada que se encuentra en el pavimento, lo cual será reemplazado con un nuevo material para reparar y no cumple la función del pavimento original [21].

Nivel de Severidad.

L: El parche en el pavimento se encuentra en condición buena.

M: El parche en el pavimento se encuentra deteriorado moderadamente.

H: El parche en el pavimento se encuentra muy deteriorado y es necesario su pronta sustitución.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.15: Patología por parcheo.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

L. Pulimento de Agregados. Son pérdidas de las resistencias por deslizamiento del pavimento cuando las superficies son suaves. Son ocasionadas por las repeticiones de las cargas de tránsito y la insuficiencia de la cantidad del agregado extendida en el asfalto [21].

El nivel de severidad.

L, M, H: No se realiza nada y se mide en metros cuadrados.

Solo el tratamiento superficial, fresado y sobrecarpeta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.16: Patología por pulimento de agregados.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

M. Baches. Son pequeños agujeros presentes en la superficie del pavimento y de medida de diámetro a 750 mm. Tienen bordes agudos y lados verticales cerca de la parte superior de la falla [21].

Son producidos por:

- Grietas en la piel del cocodrilo produce daño a la superficie de rodadura.
- Malas construcciones.
- Sub-drenaje inadecuado.

El nivel de severidad.

La severidad para los baches de diámetro menor que 762 mm se puede ver en el siguiente cuadro.

| Profundidad máxima del bache. | Diámetro medio (mm) | | |
|-------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| | 102 a 203 mm | 203 a 457 mm | 457 a 762 mm |
| 12.7 a 25.4 mm | L | L | M |
| > 25.4 a 50.8 mm | L | M | H |
| > 50.8 mm | M | M | H |

Tabla 2.1: Nivel de severidad del bache.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.17: Patología por baches.
Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

N. Cruce de Vía Férrea. Este tipo de patología son las causados por depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles al cruce de la vía férrea por el pavimento flexible. Se mide en metros cuadrados [21].



Figura 2.18: Patología por cruce de vía férrea.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

O. Ahuellamiento. Son depresiones longitudinales continuas durante la trayectoria de los vehículos, los cuales provocan el movimiento de materiales de la superficie del pavimento y que produce falla estructural [21].

Nivel de severidad.

La profundidad media del ahuellamiento es:

L: 6.0 a 13.0 mm. para severidad baja.

M: > 13.0 mm a 25.0 mm. para severidad media.

H: > 25.0 mm. para severidad alta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.19: Patología por ahuellamiento.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

P. Desplazamiento. Son distorsiones presentes en el pavimento, estos son corrimientos longitudinales y de forma de cordones, estas fallas son originadas por acción de la carga de los vehículos [21].

Nivel de severidad.

L: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad baja.

M: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad media.

H: El desplazamiento ocasionada por el transito severidad alta.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.20: Patología por desplazamiento.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

Q. Grietas Parabólicas. Son grietas en forma de media luna y transversal a la dirección del tránsito. Son originadas por los bruscos frenados de los vehículos, exceso de ligante y el exceso uso de arena fino [21].

Nivel de severidad.

L: Es menor que 10 mm. el ancho promedio.

M: Pueden ser unas de las condiciones:

- La grieta entre entre 10.0 mm y 38.0 mm. de promedio de ancho.
- El área se encuentra fracturada en condición de grietas pequeños pedazos ajustados.

H: Pueden ser unas de las condiciones:

- Grieta mayor que 38.0 mm. de promedio de ancho.
- El área se encuentra fracturada en condición de grietas pequeños pedazos fácilmente removibles.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.21: Patología por Grieta parabólica.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

R. Hinchamiento. Son abultamientos presentes en la superficie del pavimento de una longitud mayor a 3.00 m el perfil de la carretera. Provoca la expansión del suelo de fundación y el congelamiento del material de la subrasante. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial [21].

Nivel de severidad.

L: El hinchamiento origina tránsito con baja severidad, se detecta este pavimento cuando produce movimiento hacia arriba el carro cuando se va a una velocidad de límite.

M: El hinchamiento origina el tránsito de severidad media.

H: El hinchamiento origina el tránsito de alta severidad.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.22: Patología por hinchamiento.

Fuente: (Edgar Rodríguez, (2009)).

S. Desprendimiento de Agregados. Son las partículas de agregado sueltas o removidas, significa el endurecimiento del ligante asfáltico. Son ocasionados de cargas de tráfico especiales como maquinarias pesadas, derrame del aceite del vehículo [21].

Nivel de severidad

L: Empieza a desgastarse o deprimirse los agregados de la superficie y se puede ver manchas cuando se derrama aceite.

M: Desgaste los agregados o el ligante. Además se puede ver manchas en la superficie cuando se derrama aceite es suave y cuando es normal es rugosa y ahuecada.

H: Se han perdido por completo agregados, las superficies ahuecadas presentan diámetros menores que 10.0 mm y con profundidades menores que 13, y con profundidad son consideradas baches.

Se miden en metros cuadrados.



Figura 2.23: Patología por desprendimiento de agregados.

Fuente: (Edgar Rodriguez, (2009)).

2.2.3 Índice de condición del pavimento (PCI - Pavement Condition Index)

La finalidad es indicar y dar a conocer el grado de afectación de los daños, nivel de severidad y la densidad del pavimento flexible. El PCI es un índice numérico, que varía desde 0 hasta 100 para un pavimento fallado [21].

Los rangos de PCI con la descripción cualitativa de la condición del pavimento se presentan en el siguiente cuadro.

| RANGO | CLASIFICACIÓN |
|----------|---------------|
| 100 – 85 | Excelente |
| 85 – 70 | Muy Bueno |
| 70 – 55 | Bueno |
| 55 – 40 | Regular |
| 40 – 25 | Malo |
| 25 – 10 | Muy Malo |
| 10 – 0 | Fallado |

Tabla 2.2: Rango de clasificación de pavimentos de los pavimentos.
Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

A. Terminología. Según [21] considera que:

Red de pavimento: Es la gestión de un conjunto de pavimentos por una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, una avenida o un aeropuerto.

Tramo de pavimento: Parte identificada de la red de pavimento.

Sección de pavimento: Es el área del pavimento continua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición uniformes. Una sección debe tener el mismo volumen de tráfico e intensidad de carga. Unidad de muestra del pavimento: Es la subdivisión de una sección del pavimento de tamaño estándar que varía de 225 +/- 90 m².

Muestra al azar: Es la unidad de muestra de la sección de pavimento, para realizar la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio.

Muestra adicional: Es la unidad de la muestra inspeccionada y la unidad de muestra seleccionada al azar para obtener unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición del pavimento. Son consideradas aquellas muestras muy excelentes o pobres que no son típicas en la sección ni entre las unidades de muestra, con deterioros poco comunes tales como cortes utilitarios como instalación

de electricidad, tuberías de agua o desagüe, etc. Si todas las unidades de muestra son evaluadas, por lo tanto, no habrá unidades de muestras adicionales.

Índice de condición del pavimento (PCI): Es el grado numérico de la condición del pavimento, que varía de cero para un pavimento en mal estado hasta cien para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene la descripción cualitativa de la condición del pavimento que le corresponde.

B. Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento. Es la obtención de datos del pavimento en el campo, así poder conocer la clase, severidad y extensión del daño. La información se registrara en los formatos de inspección de pavimentos [21].

|  | | DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS KM. 0+500 AL KM. 1+600 DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA Y DEPARTAMENTO DE AYACUCHO- 2018. | | | | |
|--|--------------------|---|----------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| EJECUTORA: PILLACA ROJAS EDITH | | | UNIDAD DE MUESTRA: U | | ÁREA: 229.8 M ² | VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN (VDT) |
| CARRETERA EMP. PE-3S (AYACUCHO)-SOCOS | | | 1 | | | |
| PROG. INICIAL: 186+000 | | PROG. FINAL: 186+038.3 | FECHA: 09/06/2018 | | | |
| TIPO DE PATOLOGÍA | NIVEL DE SEVERIDAD | CANTIDAD | TOTAL | DENSIDAD | VALOR DEDUCIDO | VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (VDC) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| EVIDENCIA FOTOGRÁFICA | | | | L= BAJO M= MEDIO H= ALTO | PCI= 100-VDC | CONDICIÓN DEL PAVIMENTO |
| | | | | PCI= | | |

Tabla 2.3: Formato del PCI para pavimentos flexibles.

Fuente: Elaboración propia.

Unidades de Muestreo:

Según [21] si la vía está dividida en secciones o “unidades de muestreo”. El ancho de la calzada debe ser menor a 7.30 y el área de las unidades de muestreos deben estar en los rangos $230.0 \pm 93.0m^2$.

| Longitudes de unidades de muestreo asfálticas Ancho de calzada (m) | Longitud de la unidad de muestreo (m) |
|---|---------------------------------------|
| 5.0 | 46.0 |
| 5.5 | 41.8 |
| 6.0 | 38.3 |
| 6.5 | 35.4 |
| 7.3 (máximo) | 31.5 |

Tabla 2.4: Longitud de la unidad de muestreo.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

C. Determinación y Selección de Unidades de Muestreo. Según [21] considera que para inspeccionar todas las unidades de muestreo existe una ecuación (Ecuación. 1) que da a conocer el número mínimo de las unidades, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio con 95% de confiabilidad.

$$n = \frac{NS^2}{\frac{e^2}{4}X(N-1) + S^2} \dots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

N : Número total de unidades de muestra en la sección del pavimento.

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

e : Error admisible en el cálculo PCI de la sección ($e = 5\%$).

S : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Se asume a la desviación estándar S igual a 10. Con un rango PCI de 25. En inspecciones subsecuentes se debe usar la desviación estándar real (el rango del PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades a evaluar.

Si el número mínimo de unidades a evaluar es menor que 5 deberán evaluarse todas las unidades.

La estimación de las unidades de muestra esta en valor de la desviación estándar. Para calcular el valor actual usar: (Ecuación 2)

$$S = \left[\sum_{i=1}^n \frac{PCI_i - PCIS^2}{n - 1} \right]^{1/2} \dots \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

N :Representa el total de muestras investigadas.

PCI_i : Representa el valor del PCI de muestra investigada i .

$PCIS$:Representa el valore del PCI de la sección investigada.

$$i = \frac{N}{n} \dots \text{(Ecuación3)}$$

Donde:

N :Representa el total de las muestras investigadas en la sección.

n : Representa el número total de muestra que se inspeccionaran.

i :Representa el rango de la muestra y se considera el valor de numero entero inferior.

D. Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo. Cálculo de valores deducidos (DV).

Según [21], menciona que para poder registrar la cantidad total de cada tipo y nivel de severidad de daños. Se puede realizar la medida del área, longitud o número de acuerdo a su tipo.

Realizar la división de la cantidad de cada tipo de daño según el nivel de gravedad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 con el objetivo de obtener la densidad porcentual.

Determinar el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de gravedad mediante las curvas conocidas "Valor de daño deducido" para el pavimento flexible.

Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m).

Según [21], considera que si ninguno o solo un valor deducido es mayor que 2, se usa el valor total deducido en lugar del mayor valor deducible corregido (CDV), de lo contrario se debe de determinar por los siguientes pasos:

Realizar una lista de los valores deducidos individuales de mayor a menor. El número máximo admisible de valores deducidos (m) se halla es utilizando la siguiente fórmula de la Ecuación 4.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \leq 10 \dots (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

HDV_i :Representa el mayor valor deducido individualmente por unidad de muestra investigada i.

m_i : Representa el valor máximo admisible de valores deducidos , además incluye la fracción para muestra investigada i por lo que debe ser menor o igual al número 10.

Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).

Según [21], considera mediante el proceso iterativo:

1. Para conocer el valor deducido total (TDV), se realiza la suma todos los valores deducidos de forma individual.
2. Para ello se conoce y determina el “q” mayor al número 2.
3. Para encontrar CDV con “q” y el valor deducido total (TDV) utilizando la curva de correcciones según al tipo de pavimento.
4. Los valores deducidos individuales que son mayores que dos se deben reducir a 2 y repetir el mismo procedimiento del punto 1 a 3 hasta que “q” sea igual a 1.
5. El mayor de los valores CDV hallados será el máximo CDV.

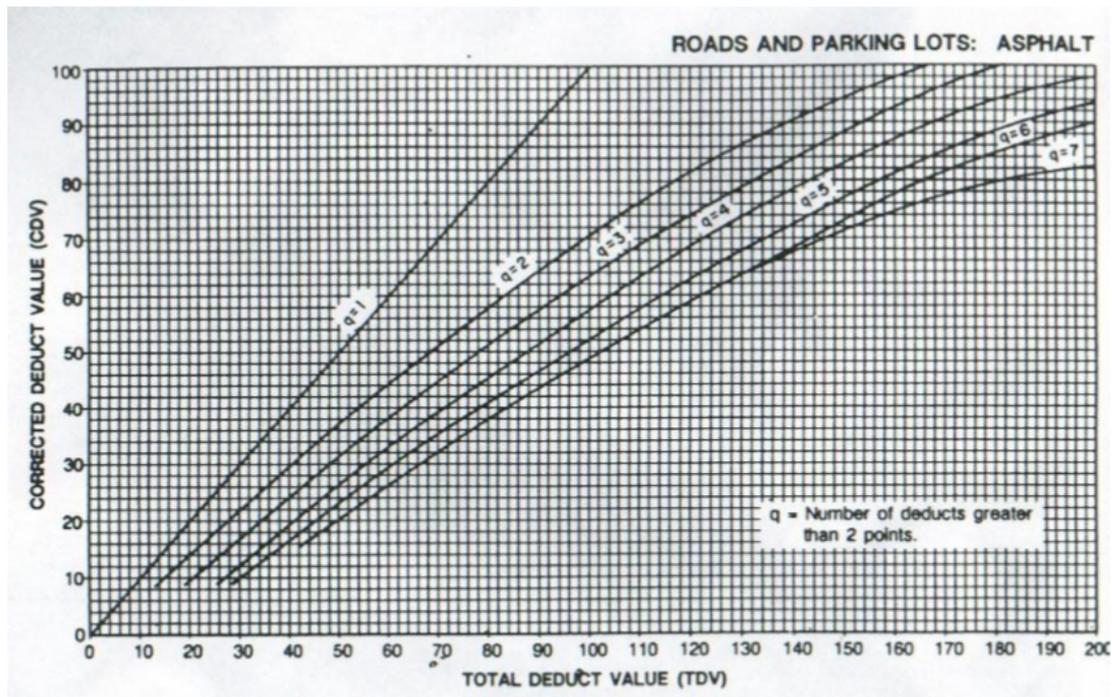


Figura 2.24: Curvas de valor deducido corregido de la muestra.

Fuente: (Luis Vásquez, (2002)).

Cálculo del PCI se calcula al restar el CDV máximo al número 100.

E. Cálculo del PCI De una Sección del Pavimento. Según [21], considera que en caso de que todas las unidades de muestra inspeccionadas sean escogidas de forma aleatoria, entonces el PCI de la sección (PCIs) se calcula como el PCI ponderado del área en que se encuentra la unidad de la muestra obtenida del campo de forma aleatoria (PCIr) con la fórmula: (Ecuación 5).

$$PCIs = PCIr = \frac{\sum_{i=1}^n (PCIr_i \times Ari)}{\sum_{i=1}^n Ari} \dots \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

PCIr :Representa la ponderación del área del PCI de la muestra investigada de manera aleatorio.

PCIr_i : Representa unidad de muestra investigada del PCI “i”.

Ari :Representa el área de unidad investigada “i”.

n :Representa el número de muestras a investigar de manera aleatoria.

Cuando existen unidades de muestra adicionales examinadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas ($PCIa$) se halla mediante la (Ecuación 6). El PCI de la sección de pavimento se halla mediante la (Ecuación 7).

$$PCIa = \frac{\sum_{i=1}^m (PCIai \times Aai)}{\sum_{i=1}^m Aai} \dots \text{(Ecuación 6)}$$

$$PCIs = \frac{PCIr(A - \sum_{i=1}^m Aai) + PCIa(\sum_{i=1}^m Aai)}{A} \dots \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

$PCIa$:Representa la ponderación del área de la unidad de muestras a adicionar.

$PCIai$: Representa la muestra investigada a adicionar “i”.

Aai :Representa el área de muestra investigada por unidad “i”.

A :Representa el área de la sección a investigar.

m : Representa el número de muestras a inspeccionar.

$PCIs$:Es el PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

Para determinar y conocer el grado de condición de la sección en conjunto se usa el PCI de la sección y la escala del grado de condición.

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

Las Patologías del pavimento de concreto hidráulico inciden negativamente en el comportamiento estructural de las Pistas de las calles de Magdalena, del distrito de Ayacucho, provincia del Huamanga y departamento de Ayacucho.

3.2 Hipótesis específicas.

Los Factores que causan las patologías del concreto son:

- Tienen un mal proceso constructivo.
- Se realizó la construcción sin un debido estudio de suelos, como también no tiene una buena dosificación del concreto.
- El estado actual del pavimento de concreto hidráulico se encuentra con defectos en un 70

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Diseño de la investigación.

- Se desarrolló con el método de PCI.
- Para el desarrollo de la siguiente investigación se hará el uso del software, el Excel para los siguientes procesamientos de los datos.
- La metodología a utilizar para el proyecto de tesis será: La recopilación de los antecedentes preliminares.

Estudio del pavimento con la aplicación del método PCI. La evaluación que se realizó fue visual y personalizada, todo el proceso se realizó de manera manual. Para la determinación se tomará las muestras de las pistas del contorno de Magdalena-Ayacucho. Este diseño se grafica de la siguiente manera:

| M | O | A | E | R |
|--|--|--|--|--|
| M U E S T R A | O B S E R V A C I O N | A N A L I S I S | E V A L U A C I O N | R E S U L T A D O |

Tabla 4.1: Pasos a seguir para el análisis de nuestra muestra.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Tipo y nivel de investigación

- El presente estudio será tipo descriptivo no experimental. Porque va describir la realidad sin alterarla.
- También será tipo no experimental, va estudiar el problema.
- Es de tipo corte transversal porque lo analizamos en el año 2018.

4.3 Población y muestra.

4.3.1 Población.

Para la presente investigación la población fue dada por la delimitación geográfica del contorno de las pistas de Magdalena - Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento Ayacucho.

4.3.2 Muestra.

Se seleccionaron los pavimentos rígidos del Jr. Unión cuadra 2 – a1, Jr. Miller cuadra 2 – A2, Av. Mariscal Cáceres cuadra 6– A3, Jr. Roma cuadra 1– A4; de las calles de Magdalena.

4.4 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Operacionalización de variables:

Ver la Tabla 4.2.

| DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL BARRIO MAGDALENA DEL DISTRITO AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2019. | | |
|---|--|--|
| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
| <p>Variable independiente:</p> <p>Patologías presentes en el pavimentos rígidos del Jr. Unión cuadra 2 – a1, Jr. Miller cuadra 2 – A2, Av. Mariscal Cáceres cuadra 6– A3, Jr. Roma cuadra 1– A4; de las calles de Magdalena.</p> | <p>Anomalías sobre la superficie del pavimento rígido como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento rígido como son las losas divididas.</p> | <p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel de severidad Baja. - Nivel de severidad Media. - Nivel de severidad Alta. <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertical. - Horizontal. - Oblicuo. <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Alta. -Media. -Baja. |
| <p>Variable dependiente:</p> <p>Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimentos rígidos del Jr. Unión cuadra 2 – a1, Jr. Miller cuadra 2 – A2, Av. Mariscal Cáceres cuadra 6– A3, Jr. Roma cuadra 1– A4; de las calles de Magdalena.</p> | <p>Tipos de patologías que se presentan en el pavimentos rígidos del Jr. Unión cuadra 2 – a1, Jr. Miller cuadra 2 – A2, Av. Mariscal Cáceres cuadra 6– A3, Jr. Roma cuadra 1– A4; de las calles de Magdalena.</p> | <p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100-85 (Excelente). - 85-70 (Muy buena). - 70-55 (Buena). - 55-40 (Regular). - 40-25 (Malo). - 25-10 (Muy malo). - 10-0 (Fallado). |

Tabla 4.2: Matriz de operacionalización de variables.
Fuente: Elaboración propia.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se realizó una evaluación visual, y recolección como instrumentos en la muestra según el muestreo.

- Wincha, instrumento para medir las longitudes y las áreas de los daños observados.
- Regla, una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.
- Cámara.

4.6 Plan de análisis.

Los resultados se darán a conocer en la siguiente:

- El insitu del área a estudiar.
- Tipos de patologías que se encuentren reales.
- Nivel o rasante del PCI.
- Cuadros de la investigación de las patologías.
- Cuadros de estadística de patologías que se encuentren reales.

4.7 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.3.

| DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL BARRIO MAGDALENA DEL DISTRITO AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2019. | | | | |
|---|--|---|---|---|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | JUSTIFICACIÓN | HIPÓTESIS | METODOLOGÍA |
| <p>¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto de los pavimentos rígidos de las calles de Magdalena, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho, ¿nos permitirá obtener un índice de integridad estructural del pavimento y de la condición de la superficie?</p> | <p>Objetivo general: Determinar el índice de Integridad Estructural del Pavimento, para los pavimentos de las calles de Magdalena del distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga y Departamento de Ayacucho.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar la gravedad y fallas del pavimento rígido. 2. Obtener el índice de integridad estructural del pavimento para las calles de Magdalena, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. | <p>La investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la condición de los pavimentos existentes en las Pistas de cada calle de Magdalena, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. Otro aspecto importante es minimizar la probabilidad de deterioro temprano, que en general ocurre como fisuración y desprendimiento.</p> | <p>Hipótesis general: Las patologías del pavimento de concreto hidráulico inciden negativamente en el comportamiento estructural de las Pistas.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tienen un mal proceso constructivo. 2. Se realizó la construcción sin un debido estudio de suelos, como también no tiene una buena dosificación del concreto. | <p>Tipo: El proyecto de investigación es de tipo exploratorio.</p> <p>Nivel: El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque: La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño: Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar del Pavimento, para los pavimentos de las calles de Magdalena del distrito de Ayacucho, Provincia Huamanga y Departamento de Ayacucho.</p> <p>Universo y muestra: Para la presente Investigación, la población estará dado por los pavimentos del distrito de Magdalena y la muestra sera el contorno del parque magdalena distrito Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p> |

Tabla 4.3: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

4.8 Principios éticos.

4.8.1 Protección de personas.

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

4.8.5 Justicia.

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

4.8.6 Integridad física.

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

V. RESULTADOS.

5.1 Resultados.

5.1.1 Información preliminar

Se llevó a cabo mediante una inspección visual; con el fin de tener en cuenta las características del tránsito las calles de Magdalena y conocer bien el lugar de trabajo.



Figura 5.1: Ubicación de la zona de estudio.

Fuente: Google Maps

Las fallas encontradas en las diferentes muestras fueron con un nivel de severidad alto, media y baja, siendo estas: grietas de esquina, pulimento de agregados, parcheo grande, descascaramiento de juntas, grietas lineales, parcheo pequeño,

descascaramiento de esquina, Bombeo. Siguiendo el procedimiento del PCI. El estudio fue realizado en el Barrio de Magdalena, Distrito Ayacucho, Provincia de Huamanga y Departamento de Ayacucho. Las muestras tomadas fueron en el Jr. Unión cuadra 2-A1; Jr. Miller cuadra 2-A2; Av. Mariscal Cáceres cuadra 6-A3; Jr. Roma cuadra 1-A4.

5.1.2 Unidad de muestra A1 - Jr. Unión cuadra 2

- El tramo tiene 40 paños y la medida de los paños es 4.20 m por 4 m.
- Las patologías encontradas son losa dividida, pulimiento de agregados, parcheo grande, escala y descascamiento de juntas, con un nivel de severidad bajo, medio y alto.
- Con el método de PCI, se obtiene máximo CDV 79, con un índice de 21 siendo un pavimento de condición MUY MALO.

En el siguiente cuadro se puede observar los datos de las patologías encontradas y el procesamiento de datos.

| UNIDAD DE MUESTRA N° 01 | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | |
|----------------------------|---|--|----------|
| CALLE | Jr. Unión | | |
| Fecha : | Setiembre 2017 | DEP. | Ayacucho |
| CUADRA | 2 | PROV | Huamanga |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayacucho |
| AREA DE PAÑO | 4.20x4 | N° PAÑOS | 40 |
| ENCARGADO | Pamela Taype Huamani | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Desconchamiento |  | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de via ferrea | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parcheo grande | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parcheo pequeño | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | |
| 7.- Grietas por retraccion | 17.- Mapa de grietas | | |
| 8.- Plumento de agregados | 18.- Descascamiento de esquina | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascamiento de juntas | | |
| 10.- Punzonamiento | | | |
| B: BAJO | M: MEDIO | A: ALTO | |

Tabla 5.1: Unidad de muestra A1.

Fuente: Elaboración propia.

| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|----------------------|-------|-------|-------|---------|------------|--------------|----------------|--|
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido | |
| 3 | A | 11.0 | | | | | 11.0 | 27.50 | 58.600 | |
| 8 | M | 29.0 | | | | | 29.0 | 72.50 | 9.000 | |
| 14 | B | 3.0 | | | | | 3.0 | 7.50 | 1.900 | |
| 16 | M | 3.0 | | | | | 3.0 | 7.50 | 9.650 | |
| 19 | M | 35.0 | | | | | 35.0 | 87.500 | 24.550 | |
| Número de deducidos > 2 (q) = 5.00 | | | | | | | TOTAL VD = | 103.700 | | |
| Valor deducido más alto (HDVi) = 58.600 | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = 4.802 | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | | | | Total | q | CDV | | |
| 1 | 58.600 | 24.550 | 9.650 | 9.000 | 1.900 | 103.700 | 6 | 53.850 | | |
| 2 | 58.600 | 24.550 | 9.650 | 9.650 | 5.000 | 107.450 | 4 | 61.725 | | |
| 3 | 58.600 | 24.550 | 9.650 | 5.000 | 5.000 | 102.800 | 3 | 64.540 | | |
| 4 | 58.600 | 24.550 | 5.000 | 5.000 | 5.000 | 98.150 | 2 | 68.983 | | |
| 5 | 58.600 | 5.000 | 5.000 | 5.000 | 5.000 | 78.600 | 1 | 78.600 | | |
| | | | | | | | MÁX CDV = | 79 | | |
| PCI = $100 - \text{MAX. CDV}$ PCI = 21 CONDICION DEL PAVIMENTO: <i>Muy malo</i> | | | | | | | | | | |

Tabla 5.2: Unidad de muestra A1.

Fuente: Elaboración propia.

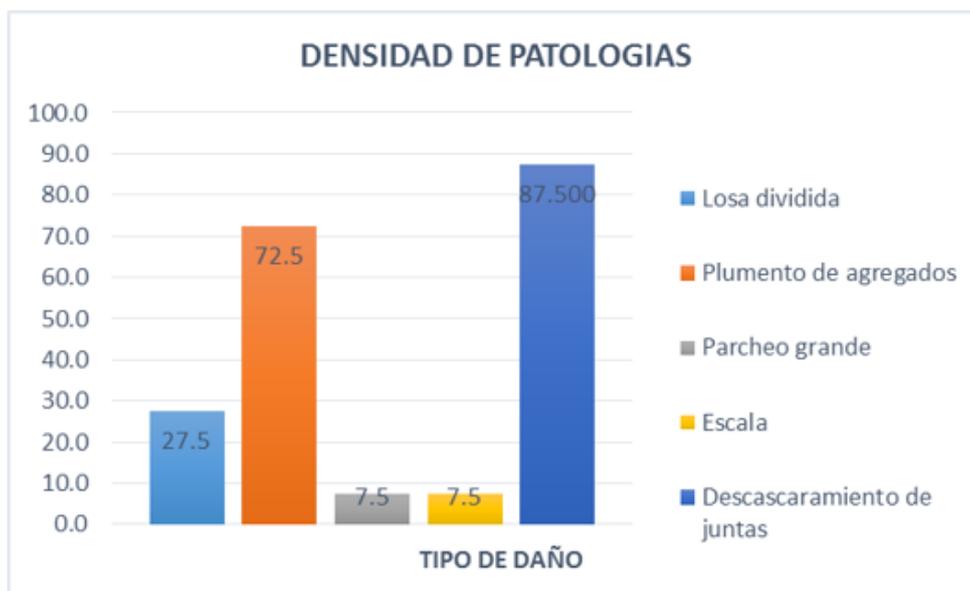


Figura 5.2: Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 1.

Fuente: Elaboración propia.

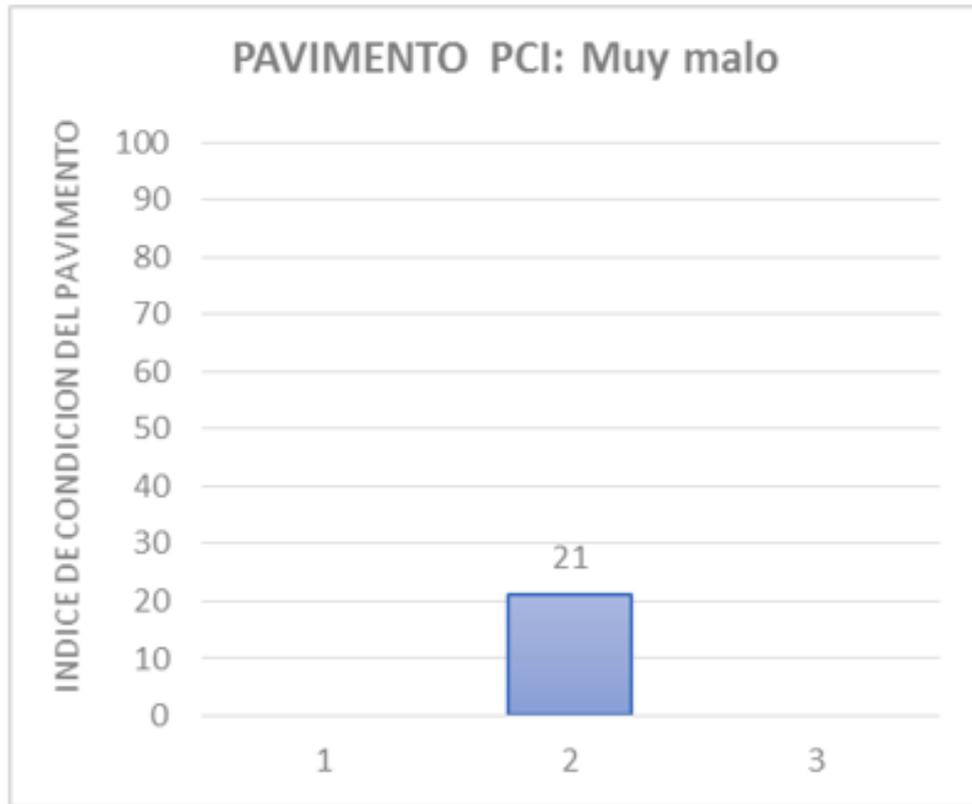


Figura 5.3: PCI de la unidad de muestra N° 1.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Unidad de muestra A2 - Jr. Miller - cuadra 2

- Tiene 16 paños y la medida de los paños es 3.50x4.
- Las patologías encontradas fueron grietas de esquinas, grieta lineal, plumeto de agregados, descascamiento de juntas; con un nivel de severidad bajo y medio.
- Con el método de PCI, se obtiene como máximo CDV 28, con un índice de 72 siendo un pavimento MUY BUENO.

En la siguiente tabla se puede observar los datos de las patologías encontradas y el procesamiento de datos.

| UNIDAD DE MUESTRA N° 02 | | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | |
|----------------------------|----------------------|---|----------|--|
| CALLE | Jr. Miller | | | |
| Fecha : | Setiembre 2017 | DEP. | Ayacucho | |
| CUADRA | 2 | PROV | Huamanga | |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayacucho | |
| AREA DE PAÑO | 3.50X4 | N° PAÑO | 16 | |
| ENCARGADO | Taype Huamani Pamela | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | | 11.- Desconchamiento | | |
| 2.- Sello de juntas | | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | |
| 3.- Losa dividida | | 13.- Cruce de via ferrea | | |
| 4.- Grietas de esquina | | 14.- Parcheo grande | | |
| 5.- Grietas lineal | | 15.- Parcheo pequeño | | |
| 6.- Bombeo | | 16.- Escala | | |
| 7.- Grietas por retraccion | | 17.- Mapa de grietas | | |
| 8.- Pluimento de agregados | | 18.- Descascaramiento de esquina | | |
| 9.- Popouts | | 19.- Descascaramiento de juntas | | |
| 10.- Punzonamiento | | | | |
| B: BAJO | M: MEDIO | A: ALTO | | |



Tabla 5.3: Unidad de muestra A2.

Fuente: Elaboración propia.

| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|------|------|--|-------|-------------------|--------------|----------------|--|
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido | |
| 4 | M | 1.0 | | | | | 1.00 | 6.25 | 9.03 | |
| 5 | B | 3.0 | | | | | 3.00 | 18.75 | 2.53 | |
| 8 | B | 11.0 | | | | | 11.00 | 68.75 | 8.33 | |
| 19 | B | 14.0 | | | | | 14.00 | 87.50 | 12.55 | |
| Número de deducidos > 2 (q) = 9.00 | | | | | | | TOTAL VD = | 32.425 | | |
| Valor deducido más alto (HDVi) = 12.550 | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = 9.031 | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | | | | Total | q | CDV | | |
| 1 | 12.55 | 8.33 | 9.03 | 2.53 | | 32.43 | 4.00 | 17.55 | | |
| 2 | 12.55 | 8.33 | 9.03 | 5.00 | | 34.90 | 3.00 | 21.63 | | |
| 3 | 12.55 | 8.33 | 5.00 | 5.00 | | 30.88 | 2.00 | 25.20 | | |
| 4 | 12.55 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | | 27.55 | 1.00 | 27.55 | | |
| | | | | | | | MÁX CDV = | 28 | | |
| PCI = 100 - MAX. CDV PCI = 72 CONDICION DEL PAVIMENTO (Muy bueno) | | | | | | | | | | |

Tabla 5.4: Unidad de muestra A2.

Fuente: Elaboración propia.

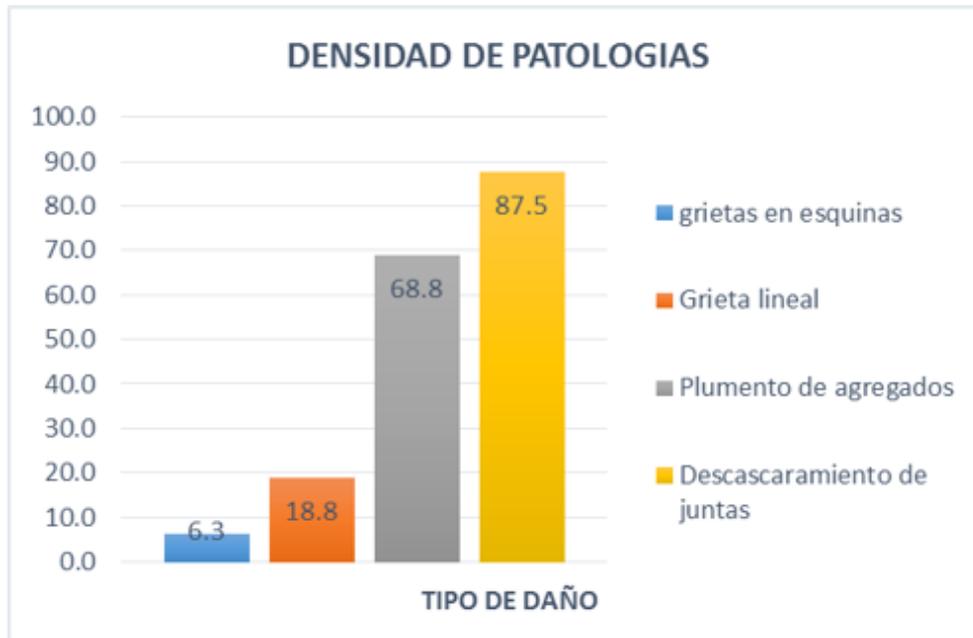


Figura 5.4: Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 2.
Fuente: Elaboración propia.

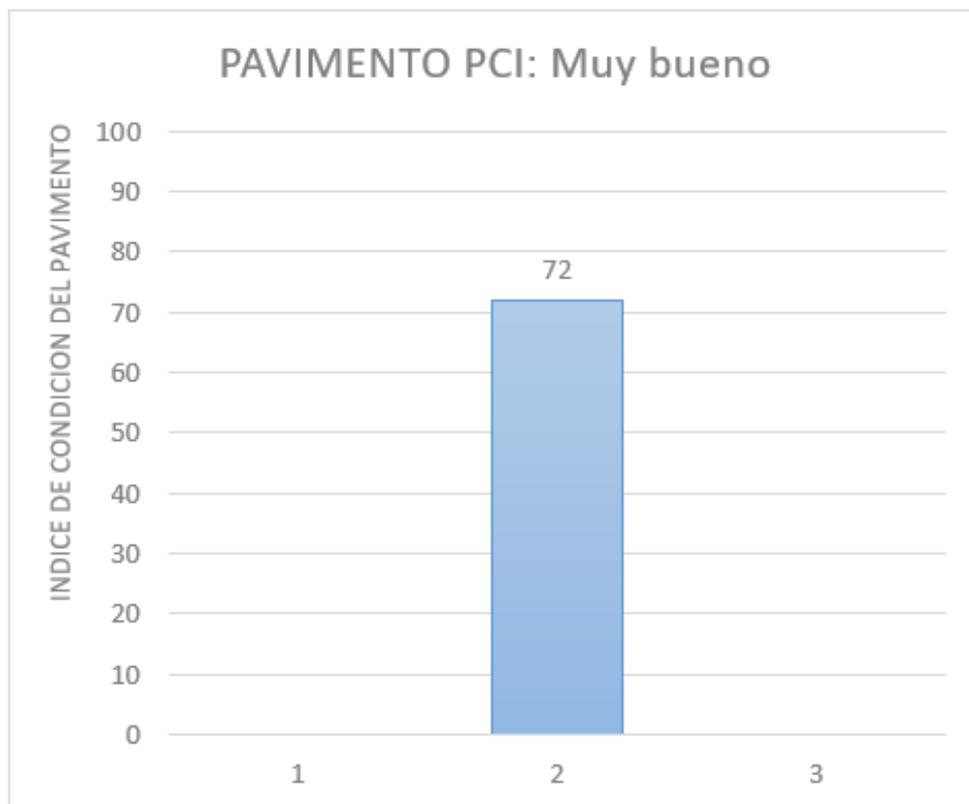


Figura 5.5: PCI de la unidad de muestra N° 2.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Unidad de muestra A3 - Av. Mariscal Cáceres – cuadra 6

- Cuenta con 36 paños y la medida de los paños es 4.80 m x10.10 m.
- Las patologías encontradas fueron grietas de esquinas, grieta lineal, plumento de agregados y parcheo grande; con un nivel de severidad bajo, medio y alto.
- Con el método de PCI, se obtiene como máximo CDV 65, índice de 35 siendo un pavimento MALO.

En la siguiente tabla se puede observar los datos de las patologías encontradas y el procesamiento de datos.

| UNIDAD DE MUESTRA N° 03 | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | |
|----------------------------|---|---|----------|
| CALLE | Av. Mariscal Cáceres | | |
| Fecha : | Septiembre 2017 | DEP. | Avacucho |
| CUADRA | 6 | PROV | Huamanga |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayacucho |
| AREA DE PAÑO | 4.80x10.10 | N° PAÑOS | 36 |
| ENCARGADO | Pamela Taype Huamani | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Desconchamiento |  | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de via ferrea | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parcheo grande | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parcheo pequeño | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | |
| 7.- Grietas por retraccion | 17.- Mapa de grietas | | |
| 8.- Plumento de agregados | 18.- Descascamiento de esquina | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascamiento de juntas | | |
| 10.- Punzonamiento | | | |
| B: BAJO | M: MEDIO | A: ALTO | |

Tabla 5.5: Unidad de muestra A3.

Fuente: Elaboración propia.

| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|-------|------|--|-------|------|-------------------|--------------|----------------|
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido |
| 4 | M | 10.0 | | | | | | 10.00 | 27.78 | 37.07 |
| 5 | A | 8.0 | | | | | | 8.00 | 22.22 | 29.77 |
| 8 | M | 22.0 | | | | | | 22.00 | 61.11 | 7.87 |
| 14 | B | 19.0 | | | | | | 19.00 | 52.78 | 19.62 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = 7.00 | | | | | | | | TOTAL VD = | | 94.322 |
| Valor deducido más alto (HDVi) = 37.067 | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = 6.780 | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | | | | Total | q | CDV | | |
| 1 | 37.07 | 29.77 | 19.62 | 7.87 | | 94.32 | 4.00 | 54.88 | | |
| 2 | 37.07 | 29.77 | 19.62 | 5.00 | | 91.46 | 3.00 | 65.30 | | |
| 3 | 37.07 | 29.77 | 5.00 | 5.00 | | 76.83 | 2.00 | 56.94 | | |
| 4 | 37.07 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | | 52.07 | 1.00 | 52.07 | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | MÁX CDV = | | 65 |
| PCI = $\frac{100 - \text{MAX. CDV}}{100} \times 100$ PCI = $\frac{100 - 65}{100} \times 100 = 35$ CONDICION DEL PAVIMENTO: <i>Malo</i> | | | | | | | | | | |

Tabla 5.6: Unidad de muestra A3.

Fuente: Elaboración propia.

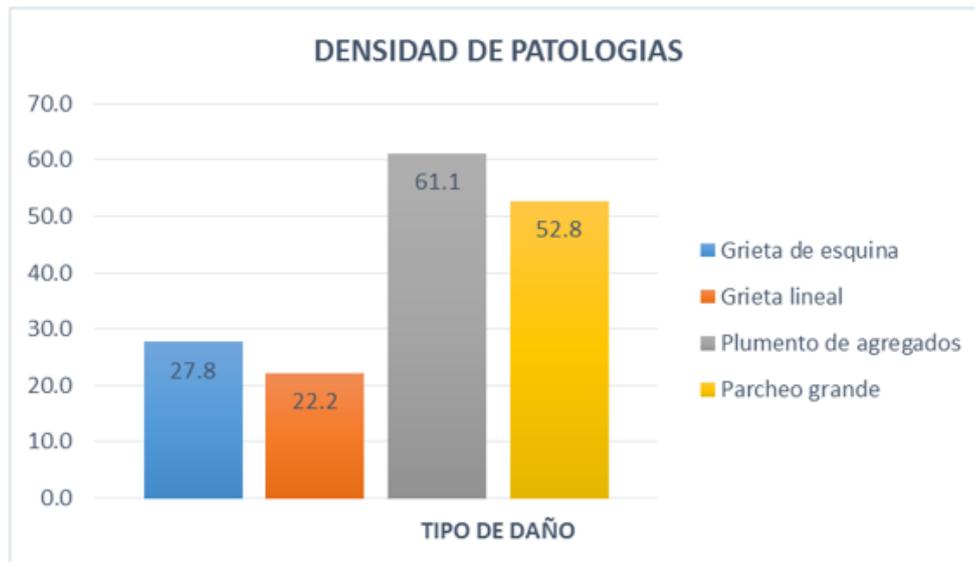


Figura 5.6: Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 3.

Fuente: Elaboración propia.

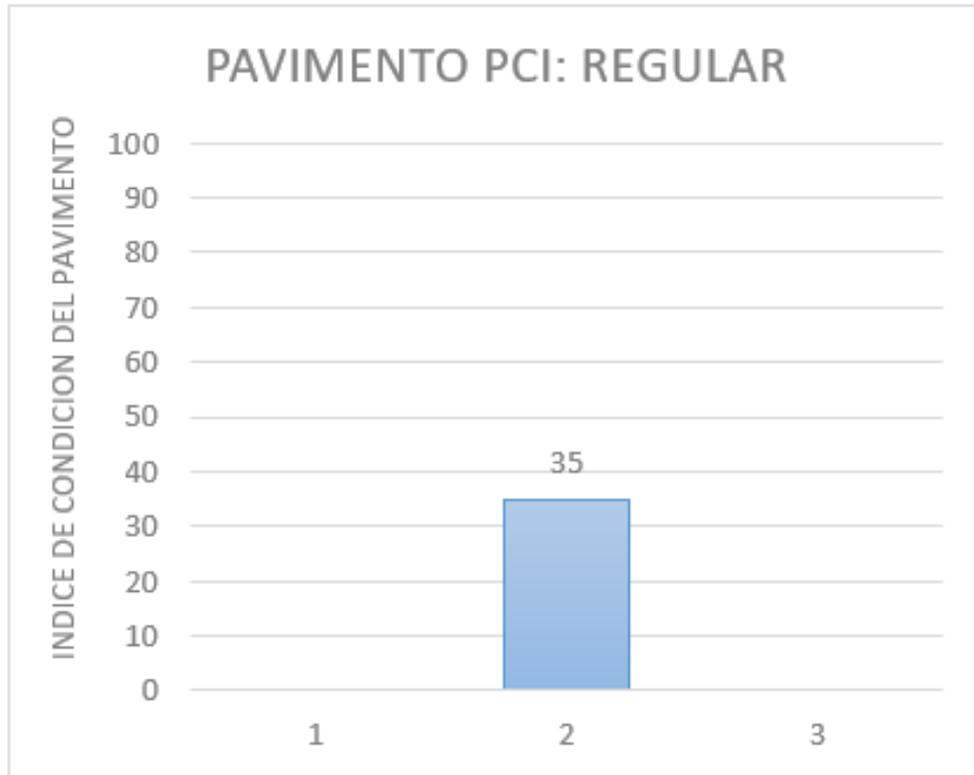


Figura 5.7: PCI de la unidad de muestra N° 3.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 Unidad de muestra A4 - Jr. Roma – cuadra 1

- Tiene 36 paños y la medida de los paños es 3.70 m x 6.30 m.
- Las fallas encontradas fueron: losa dividida, plumeto de agregados, parcheo grande y descascaramiento de juntas con un nivel de severidad bajo y medio y alto.
- Con el método PCI, se obtiene como máximo CDV 59, índice de 41 siendo un pavimento REGULAR.

En la siguiente tabla se puede observar los datos de las patologías encontradas y el procesamiento de datos.

| EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | |
|---|----------------------------------|----------|----------|
| UNIDAD DE MUESTRA N° 4 | Jr. Roma | | |
| CALLE | Jr. Roma | | |
| Fecha : | Setiembre 2017 | DEP. | Ayacucho |
| CUADRA | 1 | PROV | Huamanga |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayacucho |
| AREA DE PAÑO | 3.70x6.3 | N° PAÑOS | 36 |
| ENCARGADO | Pamela Taype Huamani | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Desconchamiento | | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Bema | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de via ferrea | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parcheo grande | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parcheo pequeño | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | |
| 7.- Grietas por retraccion | 17.- Mapa de grietas | | |
| 8.- Plumento de agregados | 18.- Descascaramiento de esquina | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascaramiento de juntas | | |
| 10.- Panzonamiento | | | |
| B: BAJO | M: MEDIO | A: ALTO | |



Tabla 5.7: Unidad de muestra A4.

Fuente: Elaboración propia.

| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|-------|------|-------|---|-----------------|---------------------------------|----------------|-----------|
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales | | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido | |
| 3 | A | 4.0 | | | | | 4.0 | 11.11 | 34.38 | |
| 8 | M | 19.0 | | | | | 19.0 | 52.78 | 7.37 | |
| 14 | M | 21.0 | | | | | 21.0 | 58.33 | 36.53 | |
| 19 | M | 17.0 | | | | | 17.0 | 47.22 | 17.79 | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = 7.00 | | | | | | | TOTAL VD | = | 96.067 | |
| Valor deducido más alto (HDVi) = 36.533 | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = 6.829 | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | | | Total | q | CDV | RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | |
| 1 | 36.53 | 34.38 | 17.79 | 7.37 | 96.07 | 4 | 55.84 | Rango | Clasificación | |
| 2 | 36.53 | 34.38 | 7.37 | 5.00 | 83.28 | 3 | 53.37 | 85 | 100 | Excelente |
| 3 | 36.53 | 34.38 | 5.00 | 5.00 | 80.91 | 2 | 59.05 | 70 | 85 | Muy Bueno |
| 4 | 36.53 | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 51.53 | 1 | 51.53 | 55 | 70 | Bueno |
| | | | | | | | | 40 | 55 | Regular |
| | | | | | | | | 25 | 40 | Malo |
| | | | | | | | | 10 | 25 | Muy Malo |
| | | | | | | | | 0 | 10 | Fallado |
| MÁX CDV = | | | | | | | 59 | | | |
| PCI = $100 - \text{MAX CDV}$ PCI = 41 CONDICION DEL PAVIMENTO: <i>Regular</i> | | | | | | | | | | |

Tabla 5.8: Unidad de muestra A4.

Fuente: Elaboración propia.

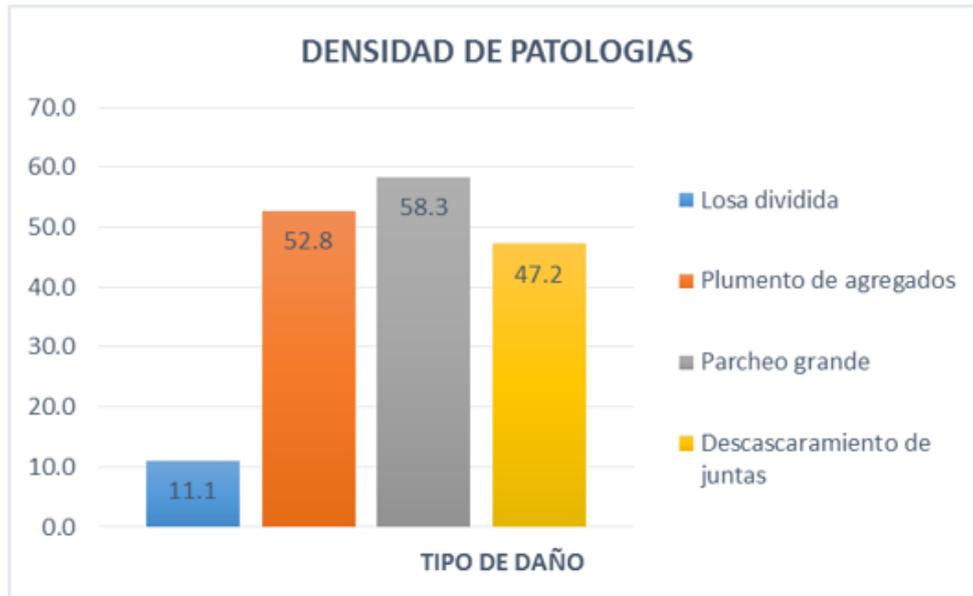


Figura 5.8: Densidad de patologías de la unidad de muestra N° 4.
Fuente: Elaboración propia.

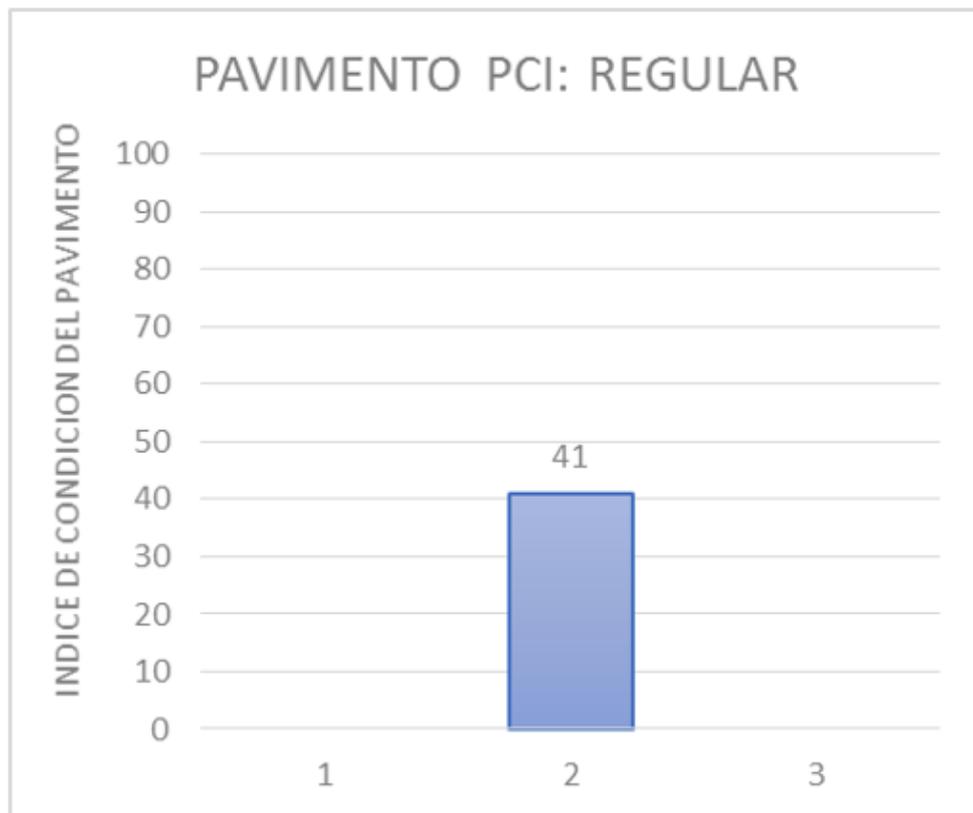


Figura 5.9: PCI de la unidad de muestra N° 4.
Fuente: Elaboración propia.

5.2 Análisis de resultados.

- a) Asociando los resultados de toda la muestra del A1-A2-A3 y A4, nos da un promedio del PCI de 45, lo que representa a un pavimento MALO.

| RESUMEN DE RESULTADOS | | | | | |
|-----------------------|---------------------------------|----------------|-------------|-------------|------------------------|
| UNIDAD DE MUESTRA | CALLE | PCI DE MUESTRA | DESCRIPCION | PCI SECCION | RANGO DE CLASIFICACION |
| A1 | Jr. Unión Cuadra 2 | 21 | Muy malo | 45 | REGULAR |
| A2 | Jr. Miller - Cuadra 2 | 72 | Muy bueno | | |
| A3 | Av. Mariscal Cáceres – cuadra 6 | 46 | Regular | | |
| A4 | Jr. Roma – cuadra 1 | 41 | Regular | | |

Tabla 5.9: Resumen de los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

- b) El mayor valor de PCI lo tiene la unidad de muestra A2, igual a 72 y de condición del pavimento “MUY BUENO”. El menor PCI, de 21, corresponde a la unidad de muestra A1 de estado del pavimento “MUY MALO”.
- c) Se ha obtenido los siguientes resultados. El 10 % del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento MUY MALO (PCI entre 10 y 25); luego le sigue un 20 % de unidades en estado MALO (PCI entre 25 y 40); luego le sigue un 40 % de unidades en estado REGULAR (PCI entre 40 y 55); luego le sigue un 30 % de unidades en estado MUY BUENO (PCI entre 70 y 85). No se encontró pavimentos en estado bueno (PCI entre 55 y 70); no se encontró pavimentos en excelente (PCI entre 85 y 100), no se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10).

A continuación, se muestra un gráfico donde se muestra el resumen de resultado del cálculo de PCI.

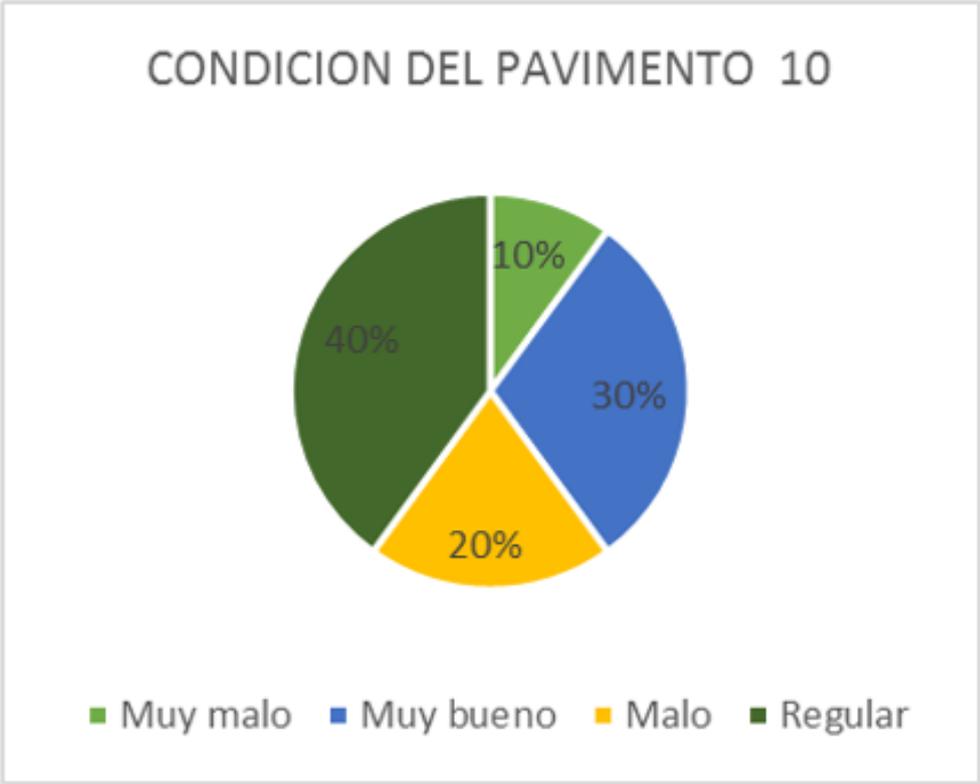


Figura 5.10: Condición del pavimento.

Fuente: Elaboración propia.

d) A continuación, se muestran las patologías más comunes encontradas en el barrio de Magdalena de las muestras A1-A2-A3-A4

| N° | PATOLOGIA |
|----|----------------------------|
| 1 | Grietas en esquinas |
| 2 | Plumeto de agregados |
| 3 | Losa dividida |
| 4 | Descascaramiento de juntas |
| 5 | grieta de esquina |
| 6 | Parcheo grande |
| 8 | Grietas lineales |
| 9 | Escala |

Tabla 5.10: Resumen de los resultados.

Fuente: Elaboración propia.

- e) Las patologías encontradas afectan demasiado al tránsito de vehículos, son el descascaramiento de esquinas, descascaramiento de junta, escala. Esto es debido a que las patologías encontradas tienen nivel de severidad medio y alto.

VI. CONCLUSIONES.

- Las patologías más relevantes que se pudieron verificar durante la inspección fueron: Grietas en esquinas, Pulimiento de agregados, Losa dividida, Descascaramiento de juntas, grieta de esquina, Parcheo grande, Grietas lineales; con niveles de severidad bajo, medio y alto.
- El promedio del PCI de todas las unidades de muestra es 42, con un rango de clasificación REGULAR.
- Se puede representar que el Jr. Unión Cuadra 2 tiene un PCI de 21, condición del pavimento MUY MALO; esto es debido a la falta de mantenimiento que no se tuvo, como también se pudo observar que la vía no es para transportes pesados y al cual por ahí pasan muchos de esos transportes.
- Siendo así uno de los motivos de este tipo de fallas que perjudican la condición operacional del pavimento.
- Las demás muestras como el Jr. Miller - Cuadra 2 y la Av. Mariscal Cáceres – cuadra 6 Jr. Roma – cuadra 1 se encuentran con una condición de pavimento MUY BUENO Y REGULAR. Y la Av. Mariscal Cáceres – cuadra 6 se encuentra en condición de pavimento MALO.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

RECOMENDACIONES:

- Realizar el diseño apropiado de la estructura del pavimento rígido.
- Tener más fiscalización basada en especificaciones técnicas, estudio de suelos y proceso constructivo.
- Destinar unos mayores recursos económicos, para el mantenimiento, para que tenga una buena conservación vial.
- Se sugiere sustituir el pavimento rígido por estar muy deteriorado con PCI “MALO”.
- Para el tipo de patología grietas lineales se podría realizar un tratamiento correctivo de un sellado de grietas.
- Para el tipo de patología grieta de esquina se evitaría una transferencia de cargas adecuadas para el tránsito.
- Para el tipo de patología descascaramiento de junta se evitaría con un parche parcial cuando este en nivel de severidad alta o una reconstrucción de la junta.
- Construidos los pavimentos deben conservarse y estar en operación para satisfacer sus fines de propiciar un óptimo transporte. Esto no quiere decir tenerlos como el día de su estreno, si no mantenerlo durante su vida útil, calidad de servicio que proporcionara una demanda sin duda creciente y muy frecuente. Este hecho, debe ser previsto al inicio del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

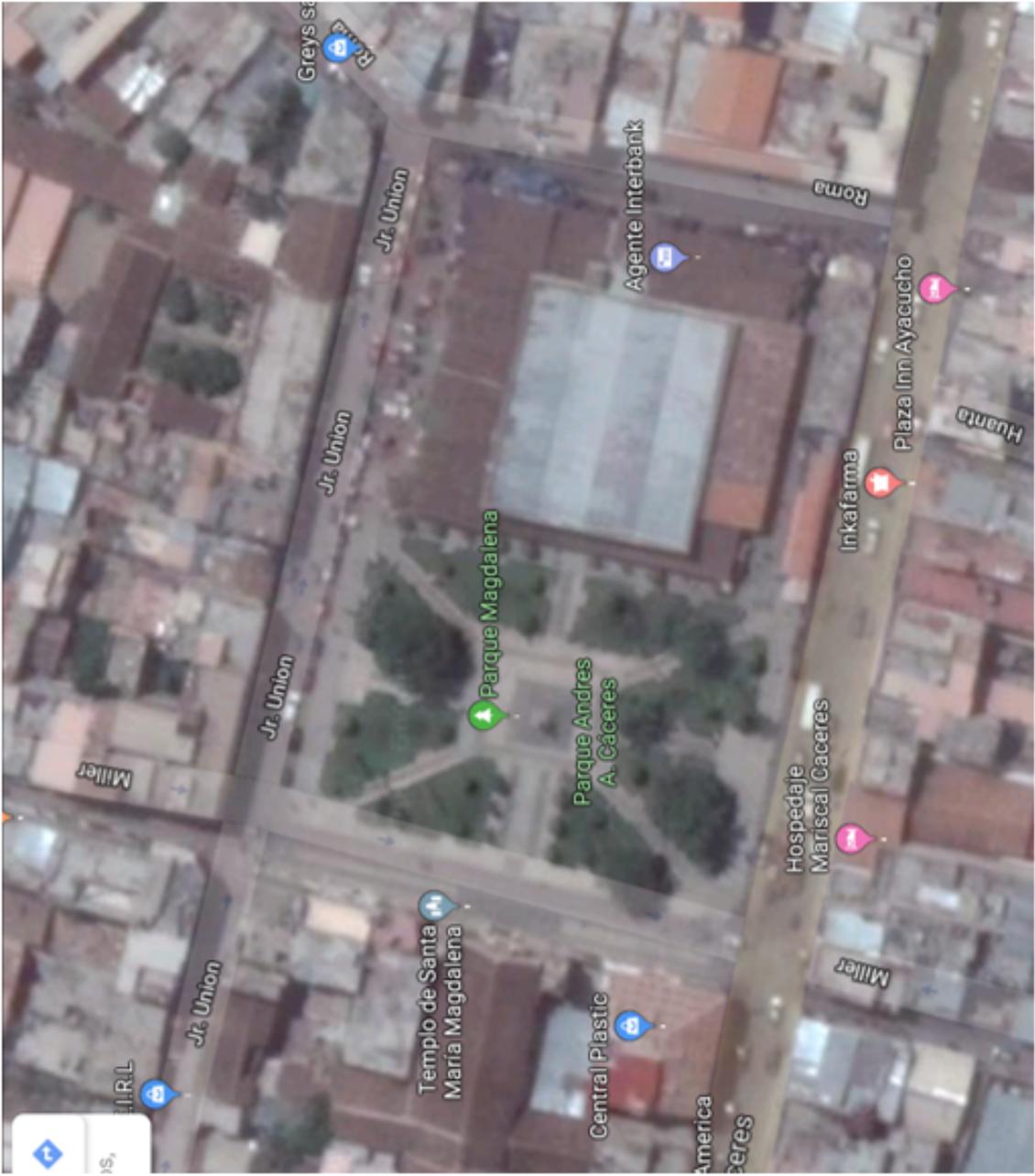
- [1] Hinostroza H. Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento. *UNSCH [Internet]. 2019 [Consultado 14 agosto 2020]; 168. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2784>.*
- [2] Yvala F. Evaluación económica en el ciclo de vida del pavimento rígido y flexible en las vías arteriales y colectoras del distrito de ayacucho. *UNSCH [Internet]. 2019 [Consultado 14 agosto 2020]; 338. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3567>.*
- [3] Cardenas J. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortéz, distrito de huanta, provincia de huanta, región ayacucho – agosto 2016. *ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 132. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1289>.*
- [4] Curipaco H. Programación de un sistema de medición de productividad para movimiento de tierra en una construcción de carretera por precios unitarios bajo un enfoque pmbok : Impacto en el alcance , tiempo y costo. *UNSCH [Internet]. 2015 [Consultado 14 agosto 2020]; 193. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/786/Tesis>*
- [5] Panta G. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del distrito veintiseis de octubre, provincia de piura y departamento de piura, octubre 2017. *ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 107. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1856>.*
- [6] Dominguez Y. Análisis patológico de la superficie del pavimento flexible en la calle loreto cuadra 4 a la 6- piura, 2015. *ULADECH, 2015.*
- [7] Zapata A. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la calle lima del asentamiento humano san pedro, distrito piura, provincia de piura y departamento de piura, noviembre 2017. *ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 163. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/8332>.*
- [8] Aquino J. Determinación y evaluación de las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición

- operacional de la superficie del pavimento flexible del jiron francisco bolognesi del distrito de satipo, provincia de satipo, region junin, enero – 2017. ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 180. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1941>.*
- [9] *Prentice R. Determinacion y evaluacion de las patologias del pavimento flexible, para obtener el indice de integridad estructural y condicion operacional de la superficie de rodadura de la calle tupac amaru cuadras 1, 2, 3, 4 y 5, distrito de iquitos, provincia de maynas, region loreto, ano – 2018. ULADECH [Internet]. 2018 [Consultado 10 agosto 2020]; 151. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10551>.*
- [10] *Chumacero D. Determinacion y evaluacion de las patologias en pavimento flexible de la av. marcavelica con prolongacion miguel grau y av. circunvalacion - piura, octubre 2017. ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 135. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/2360>.*
- [11] *Serrano M. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento flexible y condicion operacional de la pista de aeropuerto del aerodromo “manuel prado”. mazamari, junin, agosto - 2015. ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 14 agosto 2020]; 239. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/274>.*
- [12] *Rumiche M. Determinacion y evaluacion de las patologias de la capa de rodadura del pavimento flexible de la calle nicolas de pierola cuadra 4 y 5, provincia de sullana, departamento de piura, abril - 2014. ULADECH [Internet]. 2014 [Consultado 10 agosto 2020]; 113. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3783>.*
- [13] *Carhuapoma P. Determinacion y evaluacion de las patologias en el pavimento flexible de la avenida ramon romero distrito veintiseis de octubre - piura, noviembre 2017. ULADECH [Internet]. 2017 [Consultado 10 agosto 2020]; 139. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3704>.*
- [14] *Rojas M. Conservacion de pavimentos rigidos y flexibles. UNIVERSIDAD VILLA RICA, 2012.*
- [15] *Bulas F. Tratamientos superficiales premexclados en base a cemento asfaltico o emulsion asfaltica en pavimentos flexibles. UNAM, 1996.*
- [16] *Becerril A & Miranda D. Procedimiento constructivo de pavimentos flexibles en la carretera: Barranca larga en el estado de oaxaca. UNAM, 2016.*
- [17] *Becerra J. Comparativa de pavimento flexible con pavimento rigido para la rehabilitacion de la autopista mexico-puebla del km 114+000 al km 127+500. UNAM, 2012.*

- [18] *Miranda R. Deterioros en pavimentos flexibles y rigidos.* UACH [Internet]. 2010 [Consultado 10 agosto 2020]; 93. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>.
- [19] *ALONSO MONTEJO. INGENIERIA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, 2006.*
- [20] *Rodriguez E. Calculo del indice de condicion del pavimento flexible en la av. luis montero, distrito de castilla.* PIRHUA [Internet]. 2009 [Consultado 12 agosto 2020]. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>.
- [21] *LUIS VASQUEZ. PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS. INGEPAV, February 2002.*

ANEXOS

Anexo 1: Localización del proyecto.



Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Patología tipo grietas longitudinales, Jirón Unión Cuadra 2*



Fotografía 2: *Patología tipo decascaramiento de juntas, Jirón Unión Cuadra 2*



Fotografía 3: Patología tipo hundimiento, Jirón Unión Cuadra 2.



Fotografía 4: Patología tipo grieta de Esquina, Av. Mariscal Cáceres Cuadra 6.



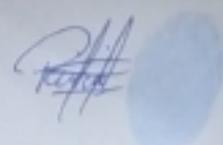
Fotografía 5: *Patología tipo Baches, Jr. Roma Cuadra 1.*



Fotografía 6: *Patología tipo descacaramiento de juntas, Jr. Roma Cuadra 1*

Anexo 3: Instrumentos de evaluación.

| UM | | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|---|----------|----------|-----|--|--------------|----------------|---------------------------------|--|--|-------|---------------|--|----|-----|-----------|----|----|-----------|----|----|-------|----|----|---------|----|----|------|----|----|----------|---|----|---------|
| N° 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALLE | | Av. Mariscal Cabrerés | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: | | Septiembre 2017 | DEP. | Ayacucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUADRA | | 6 | PROV | Huananga | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE CONST. | | | DIST. | Ayacucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ÁREA DE PAÑO | | 4.80 x 10 = 10 | N° PAÑOS | 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENCARGADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | | 11.- Desconchamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Sello de juntas | | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Losa dividida | | 13.- Cruce de vía ferrea | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Grietas de esquina | | 14.- Parcheo grande | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Grietas lineal | | 15.- Parcheo pequeño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.- Bombeo | | 16.- Escala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.- Grietas por retracción | | 17.- Mapa de grietas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.- Pluvinio de agregados | | 18.- Descascaramiento de esquinas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.- Popouts | | 19.- Descascaramiento de juntas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.- Puzonzamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E: BAJO | | M: MEDIO | | A: ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales (losas) | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | H | 10 | | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | A | 8 | | | | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | H | 22 | | | | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | B. | 19 | | | | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = | | | | | | TOTAL VD = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor deducido más alto (HDVI) = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | Total | q | CDV | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>Rango</th> <th colspan="2">Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85</td> <td>100</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>85</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>55</td> <td>70</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>55</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>40</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>25</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>10</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table> | | | RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | | Rango | Clasificación | | 85 | 100 | Excelente | 70 | 85 | Muy Bueno | 55 | 70 | Bueno | 40 | 55 | Regular | 25 | 40 | Malo | 10 | 25 | Muy Malo | 0 | 10 | Fallado |
| RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rango | Clasificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | 100 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 85 | Muy Bueno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 70 | Bueno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 55 | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 40 | Malo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 25 | Muy Malo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 10 | Fallado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MÁX CDV = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCI = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCI = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CONDICION DEL PAVIMENTO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

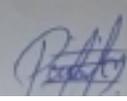


| UM | | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|-------------|---------|-----|---------------------------------|---------------|----------------|
| Nº 4 | | CALLE: J. Remo | | | | | | |
| FECHA: | Septiembre 2017 | DEP. | Apuríhico | | | | | |
| CUADRA: | 1 | PROV. | Huancabamba | | | | | |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayacucho | | | | | |
| AREA DE PAÑO | 3.70 x 6.3 | Nº PAÑOS | | | | | | |
| ENCARGADO | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Desconchamiento | | | | | | | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Bamba | | | | | | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de via ferrea | | | | | | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parcheo grande | | | | | | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parcheo pequeño | | | | | | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | | | | | | |
| 7.- Grietas por retracción | 17.- Mapa de grietas | | | | | | | |
| 8.- Plumero de agregados | 18.- Descascaramiento de esquina | | | | | | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascaramiento de juntas | | | | | | | |
| 10.- Punzonamiento | | | | | | | | |
| B: BAJO | | M: MEDIO | | A: ALTO | | | | |
| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales (losas) | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido |
| 3 | A | 4 | | | | 4 | | |
| 8 | M | 17 | | | | 17 | | |
| 14 | M | 21 | | | | 21 | | |
| 17 | M | 17 | | | | 17 | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = | | | | | | TOTAL VD = | | |
| Valor deducido más alto (HDVI) = | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | Total | q | CDV | RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | |
| 1 | | | | | | Rango | Clasificación | |
| 2 | | | | | | 85 | 100 | Excelente |
| 3 | | | | | | 70 | 85 | Muy Bueno |
| 4 | | | | | | 55 | 70 | Bueno |
| 5 | | | | | | 40 | 55 | Regular |
| 6 | | | | | | 25 | 40 | Malo |
| 7 | | | | | | 10 | 25 | Muy Malo |
| | | | | | | 0 | 10 | Fallado |
| MÁX CDV = | | | | | | | | |
| PCI = | | | | | | | | |
| PCI = | | | | | | | | |
| CONDICION DEL PAVIMENTO: | | | | | | | | |

P. P. P.



| UM | | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | | | | |
|--|----------------------------------|---|-------------|---|-----|---------------------------------|---------------|----------------|
| N° 02. | | CALLE Sr. Miller. | | | | | | |
| FECHA: | setiembre 2017 | DEP. | Apurucayo | | | | | |
| CUADRA | 2 | PROV | Huancabamba | | | | | |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Apurucayo | | | | | |
| AREA DE PAÑO | 360 x 4 | N° PAÑOS | 16 | | | | | |
| ENCARGADO | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Desconchamiento | | | | | | | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | | | | | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de vía férrea | | | | | | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parchero grande | | | | | | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parchero pequeño | | | | | | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | | | | | | |
| 7.- Grietas por retracción | 17.- Mapa de grietas | | | | | | | |
| 8.- Plumbado de agregados | 18.- Descascaramiento de esquina | | | | | | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascaramiento de juntas | | | | | | | |
| 10.- Funcionamiento | | | | | | | | |
| B: BAJO M: MEDIO A: ALTO | | | | | | | | |
| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales (losas) | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido |
| 4 | A | 1 | | | | 1 | | |
| 5 | B | 3 | | | | 3 | | |
| 8 | B | 11 | | | | 11 | | |
| 19 | B | 14 | | | | 14 | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = | | | | | | | | |
| Valor deducido más alto (HDVI) = | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | Total | q | CDV | RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | |
| 1 | | | | | | Rango | Clasificación | |
| 2 | | | | | | 85 - 100 | Excelente | |
| 3 | | | | | | 70 - 85 | Muy Bueno | |
| 4 | | | | | | 55 - 70 | Bueno | |
| 5 | | | | | | 40 - 55 | Regular | |
| 6 | | | | | | 25 - 40 | Malo | |
| 7 | | | | | | 10 - 25 | Muy Malo | |
| MÁX CDV = | | | | | | 0 - 10 | Fallado | |
| PCI = | | | | | | | | |
| PCI = | | | | | | | | |
| CONDICION DEL PAVIMENTO: | | | | | | | | |




| UM N° 01 | | EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) EN CALLES CON PAVIMENTOS RÍGIDOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|---|-----------|---------|-----|---|--------------|----------------|---------------------------------|--|-------|---------------|----------|-----------|---------|-----------|---------|-------|---------|---------|---------|------|---------|----------|--------|---------|
| CALLE | | Jr. Unión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA : | Septiembre 2019 | DEP. | Ayaacucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUADRA | 2 | PROV. | Huamanga | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIEMPO DE CONST. | | DIST. | Ayaacucho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AREA DE PAÑO | 4.20 x 4 | N° PAÑOS | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENCARGADO | Pamela Tanya Hamari | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPOS DE FALLAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.- Blowup/Buckling | 11.- Descorchamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.- Sello de juntas | 12.- Desnivel Carril/ Berma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.- Losa dividida | 13.- Cruce de via fensa | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.- Grietas de esquina | 14.- Parcheo grande | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.- Grietas lineal | 15.- Parcheo pequeño | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.- Bombeo | 16.- Escala | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.- Grietas por retracción | 17.- Mapa de grietas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8.- Plunteo de agregados | 18.- Descascaramiento de esquina | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.- Popouts | 19.- Descascaramiento de juntas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.- Punzonamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B: BAJO | | M: MEDIO | | A: ALTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FALLAS EXISTENTES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Falla | Severidad | Cantidades Parciales (losas) | | | | Total | Densidad (%) | Valor Deducido | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | A | 11 | | | | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | H | 29 | | | | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | B | 3 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | H | 3 | | | | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | H | 35 | | | | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número de deducidos > 2 (q) = | | | | | | TOTAL VD = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Valor deducido más alto (HDVI) = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Número admisible de deducidos (mi) = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DEL PCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| # | Valores Deducidos | | Total | q | CDV | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI</th> </tr> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>85 - 100</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>70 - 85</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>55 - 70</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>40 - 55</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>25 - 40</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>10 - 25</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>0 - 10</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table> | | | RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | Rango | Clasificación | 85 - 100 | Excelente | 70 - 85 | Muy Bueno | 55 - 70 | Bueno | 40 - 55 | Regular | 25 - 40 | Malo | 10 - 25 | Muy Malo | 0 - 10 | Fallado |
| RANGOS DE CLASIFICACION DEL PCI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rango | Clasificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 - 100 | Excelente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 - 85 | Muy Bueno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 - 70 | Bueno | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 - 55 | Regular | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 - 40 | Malo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 - 25 | Muy Malo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 - 10 | Fallado | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MÁX CDV = | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PCI = PCI = CONDICION DEL PAVIMENTO: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

