



**UCT**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE  
DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN  
OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
AV. VENEZUELA, DISTRITO DE SAN JUAN  
BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA  
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2018**

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

**AUTORA:**

**ENRIQUEZ PACSI, MARIA JESUS**

**ORCID: 0000-0003-4265-6676**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER**

**ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ  
2020**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2018.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Enriquez Pacsi, Maria Jesus  
ORCID: 0000-0003-4265-6676  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

Retamozo Fernández, Saul 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, Saul 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**

Agradezco a mí poder superiores por el obsequio más preciado que es la vida y por permitirme luchar por mis sueños, sobre todo por haberme dado la fortaleza en los momentos difíciles.

Agradezco al ingeniero tutor por brindarnos sus conocimientos con los cuales han hecho fácil lo difícil, de esta manera ha sido un privilegio poder contar con su ayuda y guía.

Agradezco a mi padre y hermanos por acompañarme en esta travesía de mi vida y poder seguir con el camino correcto.

## **DEDICATORIA**

A mi madre que desde el cielo me acompaña y me da fuerzas para seguir adelante por mis sueños y metas.

A mi padre y hermanos que día a día me alientan para continuar en pie y culminar mis estudios superiores.

## RESUMEN

---

La presente tesis tiene como fin diagnosticar las patologías encontradas en el pavimento rígido y calcular el PCI de la Av. Venezuela-Distrito San Juan Bautista- Provincia Huamanga –Departamento Ayacucho, 2017. se utilizó el método Del PCI para obtener el índice de condición estructural de pavimentos rígido en la Av. Venezuela distrito de San Juan bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2017 Ochentidos paños Del pavimento rígido se estudiaron minuciosamente para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la misma. Dentro de la tesis se muestra: primero el marco teórico, donde se documentó el proceso socio histórico del uso y aplicación de los pavimentos rígidos mostradas a través de sus antecedentes internacionales y nacionales, se define el concepto de pavimento rígido, su clasificación, patologías y manual de daños que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos rígidos. Segundo, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de descripción, etc. Por último se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condiciones del pavimento para cada unidad de muestras analizadas. Por otro lado la metodología de trabajo que se aplico fue al tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. Se realizó un registro estadístico de las patologías y valores del PCI obtenidos de las distintas muestras seleccionadas del pavimento rígido en la Av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- provincia de Huamanga –departamento de Ayacucho, 2017 Finalmente, la conclusión de esta investigación muestra que el pavimento rígido en la Av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- provincia de Huamanga –departamento de Ayacucho, 2017 Tiene un pavimento REGULAR, PCI promedio de 43.67. Las fallas encontradas fueron del tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de peatones daños estructurales.

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

---

# ABSTRACT

---

The present thesis has as objective to determine the pathologies of the rigid pavement and calculation of the pci in the av: Venezuela District of San Juan Bautista-Province of Huamanga -Department of Ayacucho, 2017 In this thesis, the PCI method was applied to determine the structural condition index of rigid pavements in the Av. Venezuela San Juan Bautista district- Huamanga Province -Department of Ayacucho, 2017 Ochentidos paños Of the rigid pavement have been studied in detail to identify the existing faults and to quantify the state of the same one. Within the thesis is shown: first the theoretical framework, where the socio-historical process of the use and application of the rigid pavements shown through its international and national antecedents was documented, the concept of rigid pavement is defined, its classification, pathologies and manual of damages that deals with the most common faults that affect the rigid urban pavements. Second, the procedure of the method is explained: the unit sampling, the calculation of the PCI, the description criteria, etc. Finally, the registration forms are presented, with the respective calculation of the pavement conditions index for each unit of samples analyzed. On the other hand, the work methodology that was applied was to the visual evaluative type and through a technical assessment form. A statistical register was made of the pathologies and values of the PCI obtained from the different samples selected from the rigid pavement in the av: venezuela district of san juan bautista- huamanga province -ayacucho department, 2017 Finally, the conclusion of this investigation shows that the rigid pavement in the av: Venezuela district of San Juan bautista- province of Huamanga -Department of Ayacucho, 2017 It has a REGULAR pavement, average PCI of 43.67. The faults found were of the functional type, which do not affect the normal traffic of pedestrian structural damage.

**Keywords:** PCI, pavements, pathologies.

---

# ÍNDICE GENERAL

|   |             |
|---|-------------|
| <b>TÍTULO DE LA TESIS</b>                   | <b>i</b>    |
| <b>EQUIPO DE TRABAJO</b>                    | <b>ii</b>   |
| <b>FIRMA DE JURADO Y ASESOR</b>             | <b>iii</b>  |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>                      | <b>iv</b>   |
| <b>DEDICATORIA</b>                          | <b>v</b>    |
| <b>RESUMEN</b>                              | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRACT</b>                             | <b>vii</b>  |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>                       | <b>viii</b> |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>                    | <b>xi</b>   |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>                     | <b>xiii</b> |
| <b>I INTRODUCCIÓN.</b>                      | <b>1</b>    |
| <b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>        | <b>2</b>    |
| 2.1 Antecedentes. . . . .                   | 2           |
| 2.1.1 Antecedentes Locales. . . . .         | 2           |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales. . . . .      | 5           |
| 2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . . | 12          |

|                        |   |           |
|------------------------|---|-----------|
| 2.2                    | Bases teóricas. . . . .   | 15        |
| 2.2.1                  | Pavimentos. . . . .   | 15        |
| 2.2.2                  | Clasificación de los pavimentos . . . . .                           | 16        |
| 2.2.2.1                | Pavimento flexible. . . . .   | 16        |
| 2.2.2.2                | Pavimento rígido. . . . .   | 17        |
| 2.2.2.3                | Pavimentos compuestos. . . . .                                      | 18        |
| 2.2.2.4                | Pavimentos especiales. . . . .                                      | 19        |
| 2.2.3                  | Patología en pavimentos . . . . .                                   | 19        |
| 2.2.3.1                | Clasificación de Patologías De Pavimentos Rígidios. . . . .         | 20        |
| 2.2.3.2                | Índice de condición del pavimento (PCI). . . . .                    | 23        |
| 2.2.3.3                | Metodología francesa de evaluación de pavimento<br>viziir. . . . .  | 32        |
| <b>III HIPÓTESIS.</b>  |   | <b>37</b> |
| 3.1                    | Hipótesis general. . . . .  | 37        |
| 3.2                    | Hipótesis específicas. . . . .                                      | 37        |
| <b>IV METODOLOGÍA.</b> |   | <b>39</b> |
| 4.1                    | Tipo de investigación. . . . .                                      | 39        |
| 4.2                    | Nivel de la investigación. . . . .                                  | 39        |
| 4.3                    | Diseño de la investigación. . . . .                                 | 39        |
| 4.4                    | Población y muestra. . . . .  | 40        |
| 4.4.1                  | Población. . . . .  | 40        |
| 4.4.2                  | Muestra. . . . .  | 40        |
| 4.4.3                  | Muestreo. . . . .   | 40        |
| 4.5                    | Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . . | 40        |
| 4.6                    | Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .            | 42        |
| 4.6.1                  | Técnicas. . . . .   | 42        |
| 4.6.1.1                | Técnicas de evaluación visual. . . . .                              | 42        |

|           |                                     |           |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
| 4.6.2     | Instrumentos. . . . .               | 42        |
| 4.6.2.1   | Wincha . . . . .                    | 42        |
| 4.6.2.2   | Regla y una cinta métrica . . . . . | 42        |
| 4.6.2.3   | Manual de daños del PCI. . . . .    | 42        |
| 4.7       | Plan de análisis. . . . .           | 42        |
| 4.8       | Matriz de consistencia. . . . .     | 44        |
| 4.9       | Principios éticos. . . . .          | 45        |
| <b>V</b>  | <b>RESULTADOS.</b>                  | <b>46</b> |
| 5.1       | Resultados. . . . .                 | 46        |
| 5.2       | Análisis de resultados. . . . .     | 54        |
| <b>VI</b> | <b>CONCLUSIONES.</b>                | <b>58</b> |
|           | <b>ANEXOS.</b>                      | <b>59</b> |
|           | <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>   | <b>60</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Pavimento flexible. Fuente:(Sergio Blass, 2015). . . . .   | 16 |
| 2.2 | Deformaciones en pavimentos rígidos y flexibles. Fuente:( Ing. César A. Ruiz). . . . .                                     | 17 |
| 2.3 | Formato de exploración de exploración para carreteras con superficie de concreto rígido.. Fuente:(Manual del PCI). . . . . | 25 |
| 2.4 | Ecuación 1 . . . . .   | 26 |
| 2.5 | Ecuación 2 . . . . .   | 26 |
| 2.6 | Ecuación 3 . . . . .   | 29 |
| 2.7 | Ecuación 4 . . . . .   | 31 |
| 4.1 | Matriz de consistencia. Fuente:(Elaboración propia). . . . .   | 44 |
| 5.1 | Densidades patológicas en el muestra N°1Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .  | 46 |
| 5.2 | Cálculo del PCI en la muestra N°1Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .   | 47 |
| 5.3 | Porcentaje de las patologías existentes en la muestra N°1Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .                               | 47 |
| 5.4 | Densidades patológicas en el muestra N°2Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .  | 48 |
| 5.5 | Cálculo del PCI en la muestra N°2Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .   | 48 |
| 5.6 | Porcentaje de las patologías existentes en la muestra N°2Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .                               | 49 |
| 5.7 | Densidades patológicas en el muestra N°3Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .  | 49 |
| 5.8 | Cálculo del PCI en la muestra N°3Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .   | 50 |
| 5.9 | Porcentaje de las patologías existentes en la luestra N°3Fuente:(Elaboraciónpropia). . . . .                               | 51 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 5.10 | Resumen del PCI Fuente:( Elaboración propia).  | 52 |
| 5.11 | Indice del cálculo del PCI promedio Fuente:( Elaboración propia).                                | 53 |
| 5.12 | Resumen de distribución de las patologías del pavimento rígido Fuente:(<br>Elaboración propia).  | 54 |
| 5.13 | Resumen índice de patologías del pavimento rígido Fuente:( Elaboración propia).                  | 55 |
| 5.14 | Indice del calculo del PCI promedio Fuente:( Elaboración propia).                                | 56 |
| 5.15 | Resumen de distribución de las patologías del pavimento rígido. Fuente:(<br>Elaboración propia). | 57 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Rangos de calificación del PCI. <b>Fuente:</b> (Manual del PCI). . . . .                                     | 24 |
| 2.2 | Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido.<br><b>Fuente:</b> (Manual del PCI). . . . .   | 31 |
| 2.3 | Determinación del índice de derioro superficial IS. <b>Fuente:</b> (Adaptación al<br>manual INVIAS). . . . . | 34 |
| 2.4 | Niveles de gravedad de los daños del tipo b. <b>Fuente:</b> (Adaptación al manual INVIAS).                   | 35 |
| 2.5 | Daños tipo b-vizir. <b>Fuente:</b> (Guía de rehabilitación de pavimentos asfálticos y rígidos). . . .        | 36 |
| 2.6 | Rango de clasificacion Vizir <b>Fuente:</b> (Manual de la clasificación VIZIR). . . . .                      | 36 |
| 4.1 | Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .                        | 41 |
| 5.1 | Resumen de PCI de la av: Venezuela <b>Fuente:</b> ( Elaboración propia). . . . .                             | 51 |
| 5.2 | Número total de losas analizadas. <b>Fuente:</b> ( Elaboración propia). . . . .                              | 55 |

# **I. INTRODUCCIÓN.**

La presente Tesis es para la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El cual he dirigido mi accionar a la investigación y agrupar la información necesaria con el propósito de mostrar todo lo consecuente con las actividades para el diseño, construcción y mantenimiento de obras civiles de pistas. El cual es una herramienta, que sirve como medio inmediato de consulta para el estudiante, con el fin de colaborar y afianzar los conocimientos aprendidos en la clase, mejorar la enseñanza y aprendizaje de la materia. El desglose del trabajo comprende un Proyecto donde vamos identificar su situación actual, definir sus problemas y causas, sus alternativas de solución que nos permita dar solución al problema estudiado, en la parte técnica de la ingeniería, va su marco teórico y evaluar los estudios técnicos que se tienen que realizar, lo cual será la base para poder plantear diseños técnicos para su desarrollo, luego se realiza las especificaciones técnicas en campo que nos va permitir elaborar las partidas necesarias para poder elaborar los metrados y el presupuesto, para lo cual conjuntamente y en paralelo realizar los estudios topográficos, elaboración de planos que en conjunto nos va permitir elaborar el expediente técnico, el cual servirá para la ejecución de la obra.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

### **2.1 Antecedentes.**

#### **2.1.1 Antecedentes Locales.**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y CONDICIÓN OPERACIONAL EN LA AVENIDA PERÚ DEL DISTRITO DE CARMEN ALTO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO – 2016. La presente tesis analizó la determinación y evaluación de las patologías del concreto, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional en la avenida Perú del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; cuyo objetivo principal fue determinar el índice de integridad estructural y así tener la condición operacional de la superficie del pavimento, a través de la evaluación de patologías presentadas en la vía; Finalmente se concluyó que la avenida Perú presentó un índice de integridad estructural de 14, la misma que según los rangos de condición operacional, nos muestra un pavimento en estado muy malo [1].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO RÍGIDO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE EN LA AV. ARENALES, DISTRITO DE MARISCAL ANDRES AVELINO CACERES, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO - 2016. En la presente tesis se analizó la determinación y evaluación de las patologías del

concreto, para obtener el índice de condición del pavimento y condición operacional en la avenida Arenales del distrito de Mariscal Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; cuyo objetivo principal fue determinar el índice de integridad estructural y así tener la condición operacional de la superficie del pavimento, a través de la evaluación de patologías presentadas en la vía; Finalmente se concluyó que la avenida Arenales presentó un índice de condición del pavimento de 36.00, significa un pavimento de clasificación REGULAR, para el cual se recomienda la intervención inmediata en ella para su reparación [2].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN EL JIRON ABRAHAM VALDELOMAR Y CIRO ALEGRIA, DISTRITO DE JESUS NAZARENO, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, JUNIO – 2015. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de las pistas en el Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Junio - 2015, estableciendo los tipos de fallas o patologías y el nivel de incidencia de cada falla en todas las estructuras de muestra en la superficie expresado en porcentaje. En este estudio se aplicó el método del Pavement Condition Index (PCI) para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las pistas con Cuatrocientos treinta (430) paños, para identificar sus fallas existentes y cuantificar su estado. Las pistas del Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría del distrito de Jesús Nazareno, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho ,tienen mayor incidencia en las patologías de Grieta Esquina, Losa dividida, Daño de sello de Junta, Parche Grande, Parche Pequeño, Pulimento de Agregados, Popouts, Descascaramiento de Esquina y Descascaramiento de Junta con un nivel de severidad Bajo, Medio y Alto, de tal manera que todos los paños de las pistas de la primera cuadra del Jirón Abraham Valdelomar, están en

un nivel de muy Bueno con un PCI = 78, los paños de la segunda cuadra del Jirón Abraham Valdelomar están también en un nivel muy bueno con un PCI = 79, los paños de la tercera cuadra del Jirón Abraham Valdelomar están en un nivel Regular con un PCI = 50, los paños de la cuarta cuadra del Jirón Abraham Valdelomar , están en un nivel bueno con un PCI = 60, los paños de la quinta cuadra del Jirón Abraham Valdelomar, están en un nivel Bueno con un PCI = 56, los paños de la sexta cuadra del Jirón Abraham Valdelomar, están en un nivel Bueno con un PCI = 60 y la primera cuadra del Jr. Ciro Alegría, están en un nivel muy bueno con un PCI = 80. En resumen, promediando los PCI obtenidos por cada unidad de muestra del Jirón Abraham Valdelomar y Ciro Alegría se logró obtener un resultado donde nos da un PCI=66.14, dando la comparación en el rango de clasificación del PCI toda la estructura se encuentra en una nivel se severidad Bueno. Por ello podemos indicar que se debe de dar un mantenimiento preventivo para mantener el estado de las demás estructuras en las diferentes clasificaciones del PCI de acuerdo al estudio realizado [3].

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI, EN LAS PISTAS DEL JR. CALLAO CUADRA 3 Y 4, Y PROLG. JR. CALLAO CUADRA 5 Y 6 DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, JUNIO – 2017 La presente tesis tuvo como objetivo general, determinar la condición actual del pavimento rígido del Jr. Callao cuadra 3 y 4, y Prolg. Jr. Callao cuadra 5 y 6 , del Distrito de Ayacucho de la Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. La metodología de investigación utilizada fue de tipo básico y nivel descriptivo con un enfoque cuantitativo y con un diseño no experimental transversal. La investigación realizada se determinó siguiendo procedimientos de identificación, clasificación y evaluación de las patologías, a través de una inspección visual de las cuatro unidades de muestras investigadas, el análisis de los registros de las patologías y el cálculo del índice de condición del pavimento, obteniendo los siguientes resultados: la determinación del porcentaje de fallas más frecuentes en

la secuencia siguiente; 31,50% con la falla de la grieta lineal, 21,50% con la falla de parcheo grande; 17,00 % con la falla de losa dividida; 4,00% con la falla de descascaramiento de juntas; 10,00% con la falla de grieta de esquina y 4,00% con la falla de punzonamiento, respectivamente. Así mismo la unidad de Muestra U1 obtuvo un PCI de 44,00, le corresponde un estado de condición Regular; la Muestra U2 tiene una condición Bueno con un PCI de 59,00; Muestra U3 presenta una condición Regular con un PCI 52,00; Muestra U4 obtuvieron un PCI 24,00 de condición Muy Malo, respectivamente. Finalmente, concluimos que la condición actual del pavimento rígido promedio a través del cálculo del índice de condición del pavimento es de PCI=45, lo cual nos permite determinar que se encuentra dentro del rango de clasificación regular [4].

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales.**

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS DEL CONCRETO PARA OBTENE EL INDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO Y CONDICION OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LA VEREDAS DEL DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA PROV. DE TACNA DEPARTAMENTO TACNA. Dentro de la tesis se muestra: primero el marco teórico, donde se documentó el proceso socio histórico del uso y aplicación de las veredas mostradas a través de sus antecedentes internacionales y nacionales, se define el concepto de vereda y pavimento, su clasificación, patologías y manual de daños que trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos rígidos. Por otro lado la metodología de trabajo que se aplico fue al tipo evaluativo visual y a través de una ficha técnica de evaluación. Finalmente, la conclusión de esta investigación muestra que las veredas de la asociación los próceres- distrito Gregorio Albarracín I. provincia de Tacna, noviembre 2014. Tiene un pavimento en estado muy bueno, con un PCI ponderado igual 74. Las fallas encontradas fueron del tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de peatones daños estructurales [5].

ANALISIS DEL ESTADO DE CONSERVACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA DE EVITAMIENTO NORTE UTILIZANDO EL METODO DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CAJAMARCA-2014. El trabajo realizado en esta tesis consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), muy empleado en varios países de América Latina. Para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte se utilizó el método del índice de condición de pavimento; este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje y se recopiló la limitada información existente procedente del proyecto vial ejecutado, el historial de la carretera y el tráfico que la solicita. La sección en estudio consta de dos carriles que propician un ancho de circulación de 6.10 m en una longitud de 2400 m. Su superficie total de 14 640 m<sup>2</sup> se subdividió en unidades de análisis o inspección (que también pueden llamarse unidades de prueba) de 37.5 m de largo y 228.75 m<sup>2</sup> de área cada una. Esta magnitud está dentro de las recomendaciones del procedimiento PCI que sugiere unidades entre los 232 m<sup>2</sup>. De esta manera la sección estará formada por 64 unidades de prueba, las que fueron todas identificadas en el terreno mediante sus límites y un número. La tesis se ha dividido en 7 capítulos [6].

PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y LA CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE. La presente investigación tiene por objetivo determinar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de veredas del casco urbano de la localidad de puerto Maldonado distrito y Provincia de Puerto Maldonado, Región Madre de dios. En este estudio se aplicó el método del PCI para determinar el índice de condición estructural del pavimento de las veredas de ochocientos veinte paños de vereda, para identificar sus fallas existentes y cuantificar su estado. 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 diferentes calles de la ciudad de Maldonado. Finalmente, la conclusión de esta investigación muestra que las veredas del casco urbano de puerto Maldonado tienen un pavimento en estado bueno, con un PCI ponderado a 45.42 y las fallas encontradas fueron de tipo funcional, que provocan un tránsito inseguro e incómodo al peatón [?].

DIAGNOSTICO Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO RÍGIDO-AHUELLAMIENTO Y AGRIETAMIENTO EN LA AV. TUPAC AMARU (ENTRE LOS JR. LAS MERCEDES Y JR. LOS NOGALES), DEL DISTRITO DE MANANTAY, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI, JUNIO- 2016 El informe de tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida Túpac Amaru, distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali-abril 2016”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué nivel de la determinación y evaluación de las patologías de concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista de la avenida Túpac Amaru, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali? La metodología de la investigación empleada fue descriptivo, no experimental y de corte transversal. Nivel de investigación, descriptivo, explicativo y correlacionado. Su objetivo general fue determinar el tipo y nivel de a patologías, el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en estudio, a partir de la determinación y evaluación de las patologías encontradas en dicho pavimento. Concluyéndose que los paños del pavimento rígido en estudio presentan patologías, siendo los más recurrentes pulimentos de agregados, daño de sello de junta, grietas en esquina, Punzonamiento y descascaramiento de junta, obteniendo un PCI promedio de 39.21 que nos indica que la condición operacional del pavimento es malo. El trabajo se realizó con mucha dedicación y esperamos que sirva como material de consulta a estudiantes de pregrado

o posgrado, respecto a los procedimientos a considerar a la hora de determinar y evaluar la condición de un pavimento. [?].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LA PISTA EN LA AVENIDA LAS MALVINAS, DEL DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN D. El informe de tesis lleva por título “Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida las Malvinas, del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región de Junín, abril – 2016”. Tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto existentes en la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín - abril 2016, nos permitirá obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de su superficie? El objetivo general de la presente tesis es determinar un índice de condición de pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida antes mencionada. La metodología de investigación empleada fue, descriptivo, explicativo y correlacionado. El universo o población, Para la presente investigación el universo estarán dado por la delimitación geográfica de la superficie de las pistas de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, la muestra, se seleccionara el pavimento rígido de la cuadra 2, 3 y 4 de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari. Los resultados obtenidos según el PCI fue cuadra 2 su estado es bueno, cuadra 3 y 4 su estado es regular, se concluye que se debe hacer un mantenimiento frecuente para evitar reparaciones costosas. Palabras clave: Patologías, tipos de patologías y patologías en pavimentos rígidos [7].

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRON JUNÍN DE LA CIUDAD DE JAÉN CAJAMARCA. El problema en la ciudad de Jaén, ha radicado en el mal estado de sus vías de comunicación, y no

poder brindar un servicio de confort, seguridad, a los usuarios; necesarias para el buen funcionamiento del tránsito, No obstante en la actualidad las autoridades han optado por priorizar el mejoramiento de la pavimentación si es necesario, o en su defecto por construcciones de las mismas. Ésta investigación ha tenido como objetivo evaluar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín, cuadras 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Jaén. El procedimiento consistió en la inspección donde se identificó las fallas teniendo en cuenta la clase, severidad y cantidad de las mismas; aplicando el método del PCI (Índice de condición del pavimento) considerado una de las metodologías de evaluación más completa, y objetiva. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. El resultado obtenido fue un PCI ponderado igual a 56,90% , clasificándose como un pavimento Bueno, sin embargo, existen losas que presentan fallas de severidad grave; éstas fallan no influyó por presentar áreas no representativas comparada con el área total inspeccionada. Palabras claves: Pavimento rígido, fallas, severidad, índice de condición del pavimento, estado actual del pavimento [?].

EVALUACION DE LOS PAVIMENTOS DE LA PISTA DE ATERRIZAJE, CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMA DE ESTACIONAMIENTO DEL AEROPUERTO DE TALARA. En esta tesis se evalúa los Pavimentos del Área de Movimientos del Aeropuerto de Talara, cuya finalidad es determinar el estado del pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio para plantear alternativas de solución técnicas, se inicia con la recopilación de información analizando la documentación existente. Se desarrolla la evaluación superficial, funcional y estructural de los pavimentos mencionados usando metodología descrita principalmente por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y la FAA (Federal Aviation Administration). Se ejecutaron 8 prospecciones geotécnicas en los bordes de la pista de aterrizaje para conocer las propiedades físico-mecánicas de los estratos existentes. Como resultado de los ensayos de laboratorio se tiene que los espesores y estratos del pavimento presentan gran irregularidad y la calidad de los

materiales no son las recomendadas por las normas de la OACI. El valor de CBR del terreno de fundación es de 4.9% al 95% de la MDS y por tanto se considera en un nivel bajo. Los espesores de asfalto en la pista de aterrizaje, determinados a partir de extracciones diamantinas, presentan medidas variables que van desde los 2.5 cm hasta los 20 cm registrando un promedio de 4.8% de contenido de cemento asfáltico. Se tuvo como resultado que el Índice de Condición del Pavimento (PCI) para la pista es 20, valor que corresponde a la calificación de "muy pobre" se recomienda la reconstrucción del pavimento. En las calles de rodaje se obtuvo como resultado promedio un valor de PCI igual a 36 que corresponde a la calificación "pobre". En la Plataforma, el valor de PCI es igual 46 encontrándose en estado "regular". El índice de Rugosidad Internacional (IRI) para la pista de aterrizaje, alcanza un valor promedio de 5.23 mm/km obtenido con el equipo MERLIN (Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation) superando largamente el valor máximo permisible de 2 mm/km lo cual es concordante con los bajos valores obtenidos para los PCI por la situación crítica de la superficie de rodadura existente. Para verificar las condiciones de seguridad y evitar el riesgo de hidroplaneo en las superficies, se realizaron ensayos de microtextura y macrotextura obteniendo resultados por encima de los mínimos permisibles. Sin embargo, se observa que el pavimento ha perdido las características originales de tratamiento superficial para el que fue diseñado, por tanto, la irregularidad de los valores presentados podría generar reducción en la eficacia del frenado antiderrapante o daños a los neumáticos [8].

EL GIS APLICADO A LA EVALUACION DE LA CONDICION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO POR EL METODO PCI, MANTENIMIENTO Y REHABILITACION. Existen algunas intervenciones en rehabilitación de infraestructura vial realizadas en el pasado por el Estado que hoy se encuentran en un mal estado de conservación, este puede ser el resultado de una carencia de niveles óptimos de ejecución e inversión en mantenimiento de las redes viales. Según las etapas de deterioro en la vida útil de un pavimento, existe un momento

preciso para la intervención del mantenimiento, también debe mencionarse que hay un costo por realizar las labores de conservación antes de ese momento y otros por realizarlas demasiado tarde, en el primer caso se está perdiendo la oportunidad de rentabilizar el dinero por ese periodo de tiempo, por otro lado, si el mantenimiento se efectuara demasiado tarde, se podrían generar daños estructurales en la vía y la pérdida sería mucho mayor porque ya no se necesitaría una intervención sencilla para repararlo, sino algo más complejo y costoso. Una de las metodologías más completas para la evaluación superficial del pavimento, es el método del índice de condición del pavimento (PCI), el cual es un método completamente normado y el cual ha mostrado resultados bastante confiables en lo que se refiere a la evaluación del nivel de serviciabilidad en pavimentos rígidos y flexibles. Este índice nos permite saber en qué etapa del deterioro se encuentra el pavimento y de esta manera conocer si la vía evaluada se encuentra próximo o no a un mantenimiento de la superficie de rodadura. Mediante la aplicación de un sistema de inventario vial georreferenciado (referido a pavimentos), simplificaría la gestión de tramos de la RVN a dar mantenimiento y/o rehabilitación según sea el caso y clasificarlos en orden de prioridad para su oportuna intervención [9].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LAS CALLES DE LA CAPITAL DEL DISTRITO DE SONDRILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA. El objetivo de este trabajo de investigación es inferir el tipo de patologías del concreto y los niveles de incidencia mediante un diagnóstico visual en las calles 05 de Mayo, Progreso y San Juan de la capital del Distrito de Sondorillo, provincia de Huancabamba, haciendo uso del método de evaluación del PCI, criterio y parámetros técnicos de la Norma ASTM 5340-98, el cual se pretende saber las condiciones actuales de la estructura y la superficie de rodadura del pavimento rígido, con un trabajo de campo, en el cual se realizó recorriendo las calles antes mencionadas, anotando las fallas localizadas y determinando la severidad

de las mismas, haciendo uso de instrumentos de medición y el catálogo de fallas para pavimentos rígidos, después del levantamiento de información, se realiza el trabajo en gabinete con el cálculo final de PCI (calculado en Excel – fuente informativa ULADECH). La presente investigación puntualiza los siguientes resultados: El agrietamiento vertical y horizontal predomina en cuanto a otras patologías con el 40%, seguido el agrietamiento lineal (grietas lineales) con el 30%, en el tercer lugar los componentes de patologías (pulimento de agregados, craquelado y descascaramiento en la esquina) con el 10% cada una respectivamente. [10].

### **2.1.3 Antecedentes Internacionales.**

ESTUDIO DE LAS PATOLOGÍAS EXISTENTES EN EL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA VÍA CALLE 3 ENTRE CARRERAS 10 Y 13 DEL MUNICIPIO DE CABUYARO META. En el Municipio de Cabuyaro Meta desde el año de 1950 se ha venido ejecutando la malla vial en el casco urbano con el fin de darle movilidad a la comunidad que vive en el sector, teniendo en cuenta que tienen cerca el río Meta, ya que este nos sirve como fuente de material siendo útil para la construcción del pavimento rígido, por este motivo la malla vial se encuentran casi en su totalidad construidos en pavimentos rígidos, con el paso del tiempo estas losas se han venido deteriorando. Razón por la cual, se hace necesario determinar las causas o consecuencias de los diferentes deterioros, y el grado de severidad que presentan y las posibles reparaciones. La Alcaldía Municipal de Cabuyaro meta ha sugerido realizar un análisis de la Calle 3 entre 10 y 13, teniendo en cuenta el desarrollo del municipio el cual contempla dentro de sus proyectos la construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de las vías urbanas y rurales del Municipio, lo tanto este estudio de las patologías presenten en el pavimento, el cual se pretende dar una solución constructiva para la reparación de las losas desde un punto de vista técnico y económico, basado en las visitas realizadas a la vía, de acuerdo al criterio de la autora y el respaldo del personal de apoyo de la universidad Militar Nueva Granada [11].

DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS. Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea a demás los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso. En este trabajo como caso práctico se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, destacando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales [12].

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO PARA LA URBANIZACION CABALLERO Y GONGORA, MUNICIPIO DE HONDA - TOLIMA. El diseño de las estructuras de los pavimentos (Rígidos, flexibles, articulados) es un tema de estudio e investigación, como consecuencia de los diversos resultados obtenidos en la construcción y, particularmente en la construcción de estructuras para una vía vehicular. Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseños de estructuras de pavimentos según criterios de parámetros empíricos semi - empíricos y racionales para establecer las distintas alternativas que se tienen en esta área. Esto con el fin de confrontar y comparar los conceptos técnicos académicos y parámetros empleados para los diferentes tipos de diseño, determinando las diferencias en que ellos se derivan y que al ser aplicados puedan o no desarrollar resultados objetables e inadecuado con respecto a los comportamientos de la situación real de la estructura En forma adicional este trabajo se realiza para saber las condiciones actuales de la zona que va ser intervenida y recolectar información de las característica y propiedades que el suelo está presentando para procederá a identificar qué tipo de diseño implementar para dicho proyecto [13].

DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO DEL CAMINO QUE CONDUCE A LA ALDEA EL GUAYABAL, MUNICIPIO DE ESTANZUELA DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA. En este trabajo se atendieron las necesidades del municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa, en materia de infraestructura. Éste consistió en el diseño de pavimentación de la carretera que conduce a la aldea El Guayabal. El presente trabajo de graduación, consiste de dos capítulos, el capítulo uno presenta un informe amplio sobre las características del área de estudio. Dicha información permitió conocer las necesidades básicas del municipio, con el objetivo de presentar posibles soluciones e identificar qué aldeas eran prioritarias en ese momento para las autoridades ediles. En el capítulo dos, se presenta el diseño de la pavimentación del camino que conduce a dicha aldea, conteniendo la memoria de cálculo, así como la metodología utilizada. En los anexos se encuentran los planos. En el diseño del pavimento rígido, se utilizó el sistema de medición topográfica compuesta por la planimetría y altimetría. Para definirse una longitud de 5755 m. de largo y un ancho de 6m, para luego proceder al muestreo de la sub-rasante y conocer las propiedades del suelo por medio de los ensayos de laboratorio y diseñar el pavimento rígido; para el diseño se utilizó el método simplificado de la PCA. Como resultado se llegó a proponer un espesor de losa de 15 centímetros y bordillos de 15 X 10 centímetros y un bombeo pluvial del 2% [14].

ESTUDIO DE LA PATOLOGÍA PRESENTE EN EL PAVIMENTO RÍGIDO DEL SEGMENTO DE VÍA DE LA CARRERA 14 ENTRE CALLES 15 Y 20 EN EL MUNICIPIO DE GRANADA DEPARTAMENTO DEL META. El pavimento ya sea flexible o rígido, se construye haciendo uso de bases y sub-bases granulares, que al no fundarse debidamente no ofrecen el mejor comportamiento en cuanto a la resistencia en las vías, presentando problemas tales como asentamientos, fisuras del pavimento, mala capacidad de soporte, entre otros, siendo una de las principales causas de deterioro en las vías. En el momento en que la vía falle, se debe realizar un estudio o diagnóstico para determinar que causó dicha falla. El presente trabajo

se basó en la visita a la vía donde se realizó un levantamiento topográfico, donde se identificaron los deterioros presentes y se cuantificó el número de losas afectadas por dichos deterioros. En el trabajo de oficina, con los datos obtenidos en la visita de campo, se determinó la causa del deterioro y se recomendó el tipo de reparación para cada uno de los mismos. Se tuvo como resultado que el deterioro predominante en todo el segmento de vía en estudio es la fisuración longitudinal, ocasionada aparentemente por la deficiente modulación de las losas, el sub-segmento de vía número 1, se ve afectado en su mayoría por fisuración longitudinal y deficiencia en las juntas, así como el tramo que se reparó previamente con pavimento articulado, adoquín de arcilla, el sub-segmento de vía número 2, se ve afectado en su mayoría por la pérdida de material y fisuración longitudinal, seguramente por problemas con la mezcla de concreto. Las reparaciones que realizaron las empresas de servicios públicos locales no han sido efectivas, puesto que muchos de los daños presentes en la vía se deben a la mala ejecución de los trabajos por parte de dichas empresas [15].

## **2.2 Bases teóricas.**

### **2.2.1 Pavimentos.**

Ante todo se debe conocer que los pavimentos flexibles son aquellos que tienden a deformarse y recuperarse después de sufrir deformación, transmitiendo la carga en forma lateral al suelo a través de sus capas. Está compuesto por una delgada capa de mezclas asfálticas, colocada sobre capas de base y sub-base, generalmente granulares. En tanto que los Pavimentos Rígidos: Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada. [16].

## 2.2.2 Clasificación de los pavimentos

### 2.2.2.1 Pavimento flexible.

Se denomina pavimentos flexibles a aquellos cuya estructura total se defleca o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings.



Figura 2.1: Pavimento flexible.

Fuente:(Sergio Blass, 2015).

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas. Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto la capa que menos

carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años [17].

### 2.2.2.2 Pavimento rígido.

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante. Todo lo contrario, sucede en los pavimentos flexibles, que al tener menor rigidez, transmiten los esfuerzos hacia las capas inferiores lo cual trae como consecuencia mayor tensiones en la subrasante, como se puede apreciar en la figura 2.2

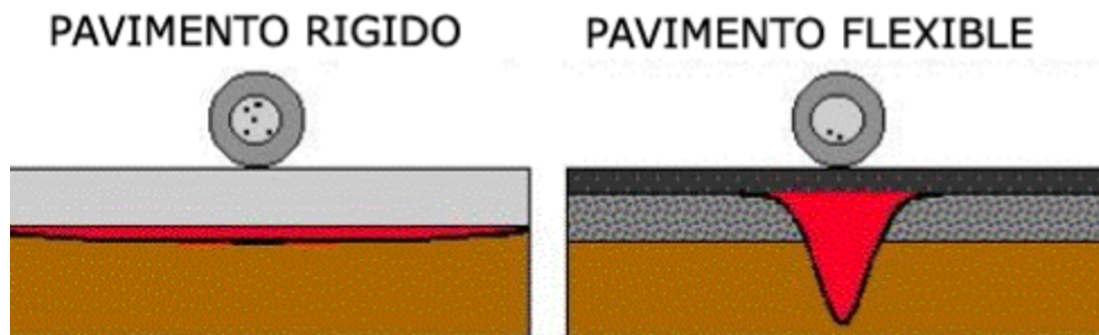


Figura 2.2: Deformaciones en pavimentos rígidos y flexibles.

Fuente:( Ing. César A. Ruiz).

Los elementos que conforman un pavimento rígido son: subrasante, subbase y la losa de concreto. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido [18].

a) **Subrasante.** La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta

capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos. [18].

b) **Subbase.** La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado. [18].

Entre otras funciones que debe cumplir son:

- Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
- Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
- Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
- Proveer drenaje cuando sea necesario.
- Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

c) **Losa.** La losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. [18].

### **2.2.2.3 Pavimentos compuestos.**

Este tipo de pavimento constan de una losa de concreto hidráulico, sobre la cual se tiende y compacta una sobre carpeta de concreto asfáltico, la cual servirá como superficie de rodamiento por la cual circularán vehículos a altas velocidades, siendo la losa el elemento estructural principal. Reúne las ventajas y desventajas de ambos

tipos de pavimentos, si bien, aun cuando la carpeta asfáltica puede estar a salvo del fenómeno de la fatiga, su vida útil es corta en comparación con la losa de concreto, requiriendo una conservación similar a la de un pavimento flexible. Otro problema lo constituyen la flexión de la junta y eventualmente de las grietas de las losas de concreto, aspecto que debe tenerse en cuenta para su diseño [18].

#### **2.2.2.4 Pavimentos especiales.**

Son los pavimentos construidos con adoquín de cemento o de piedra debidamente acomodada. A continuación, se describen algunas de sus características:

- **Adoquines:** Existen varios tipos, como el adoquín fabricado macizo, el hueco o el de piedra labrada. Como los empedrados se utilizan en zonas residenciales, turísticas, históricas, etc., con grandes ventajas. Requieren también de una conservación mínima, son poco ruidosos y permiten velocidades de circulación razonables. Su utilización se ha extendido inclusive a patios de maniobras, plataformas, etc., para vehículos pesados y circulación lenta, además en estacionamientos donde se está utilizando adoquín hueco, permite el crecimiento de pasto en su interior, así como la infiltración de agua al subsuelo, cumpliendo una función ecológica [18].
- **Empedrados:** Utilizados tanto en poblaciones pequeñas como solución tradicional, o en zonas residenciales, turísticas, o históricas, etc. son duraderos y guardan armonía con los contextos urbanos, aunque producen ruidos y deben circularse a bajas velocidades. Requieren una conservación mínima [18].

### **2.2.3 Patología en pavimentos**

La patología es el estudio de las enfermedades, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas. A 34 años de la construcción del primer pavimento rígido en asunción y a 15 años de la más reciente etapa de

pavimentación con hormigón hidráulico de la ciudad, creímos pertinente realizar una evaluación de la situación funcional y estructural de los pavimentos rígidos de la ciudad y proponer soluciones a los defectos encontrados. El trabajo pretende determinar el origen de las fallas en los pavimentos rígidos de asunción y con ello reducir la aparición de las mismas, así como bosquejar una política de gestión de mantenimiento vial aplicable a cualquier entorno urbano en el país. Partimos de la consideración que resulta de fundamental importancia llevar a cabo un monitoreo permanente de las obras construidas, para registrar las fallas que se van presentando y establecer una referencia a sus posibles causas. Diferentes mecanismos pueden dar origen a las mismas manifestaciones patológicas. Causas y efectos de las principales manifestaciones patológicas estructurales [18].

### **2.2.3.1 Clasificación de Patologías De Pavimentos Rígid.**

Las patologías del pavimento según [18] se clasifican en :

- a) **Grietas.** Este grupo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. Las grietas de ancho menor a 0,03 mm se denominan fisuras.
- b) **Daños En Juntas.** El diseño de juntas en los pavimentos de concreto es el responsable del control del agrietamiento, así como de mantener la capacidad estructural del pavimento y su calidad de servicio en los más altos niveles al menor costo anual.
- c) **Grietas Longitudinales (Gl).** Son predominantes paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia mucho mayor que la mitad del ancho de la losa.
- d) **Grietas Transversales (Gt).** Grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía Pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta

longitudinal Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

e) **Grietas En Los Extremos De Los Pasadores (Gp).** Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas. Pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su movimiento durante el proceso constructivo. Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

f) **Grietas En Pozos Y Sumideros (Ga).** Se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido. Grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa.

- Asentamiento de la base o la sub rasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Losa de ancho excesivo.
- Carencia de una junta longitudinal.
- Mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje.
- Aserrado tardío de la junta
- Contracción del concreto.

g) **Grietas En Bloque O Fracturación Múltiple (Gb)** Aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprende las grietas en “Y”, es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada hasta el Despostillamiento de sus bloques.

h) **Separación De Juntas Longitudinales** Corresponde a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de

pavimento rígido.

- i) **Deterioro Del Sello** Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial.
- j) **Desportillamiento De Juntas ((Dpt, Dpl)** Desintegración de las aristas de una junta, con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 15 cm a lado y lado de la junta. Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.
- k) **Descascaramiento (De)** Es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.
- l) **Desintegracion** Consiste en pérdida constante de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades.
- m) **Baches (Bch)** Desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de la base.
- n) **Pulimento (Pu)** Carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos.
- o) **Escalonamiento De Juntas** Es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina.
- p) **Levantamiento Localizado** Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios trozos.

- q) **Hundimientos o Acentamientos** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada; puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas.
- r) **Parches (Pcha - Pche)** Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público.
- s) **Fisuración Tipo Malla** Fisuras limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas.
- t) **Fisuración Por Durabilidad** Corresponde a una serie de grietas finas muy cercanas entre si, que aparecen cerca de las juntas longitudinales, transversales y cerca de los bordes libres de las losas.
- u) **Bombeo** bombeo sobre la junta longitudinal (BOL) El bombeo es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras.
- v) **Ondulaciones** Las ondulaciones son la deformación de la superficie, generadas por un inadecuado proceso de nivelación durante la construcción.
- w) **Descenso de la berma** Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos.
- x) **Separación de la berma** Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento.

### 2.2.3.2 Índice de condición del pavimento (PCI).

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese

en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento [19].

| <b>Rango</b> | <b>Clasificación</b> |
|--------------|----------------------|
| 100 – 85     | Excelente            |
| 85 – 70      | Muy Bueno            |
| 70 – 55      | Bueno                |
| 55 – 40      | Regular              |
| 40 – 25      | Malo                 |
| 25 – 10      | Muy Malo             |
| 10 – 0       | Fallado              |

Tabla 2.1: Rangos de calificación del PCI.

Fuente:(Manual del PCI).

- a) **Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.** La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. La Figuras 2 ilustra el formato para la inspección de pavimento de concreto [19].
- b) **Unidades de Muestreo.** Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones Varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura: Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 20 losas. Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún

caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura [19].

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

Figura 2.3: Formato de exploración de exploración para carreteras con superficie de concreto rígido..  
Fuente:(Manual del PCI).

c) **Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación.** En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de Unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$

Figura 2.4: Ecuación 1

Dónde:

**n:** Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

**e:** Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)

**σ:** Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (σ o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco (n < 5), todas las unidades deberán evaluarse [19].

- d) **Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección.** Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- **El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2.**

$$i = \frac{N}{n} \text{ Ecuación 2.}$$

Figura 2.5: Ecuación 2

Dónde:

**N:** Número total de unidades de muestreo disponible.

**n:** Número mínimo de unidades para evaluar.

**i:** Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3)

- **El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i.**

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc. Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc. Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas [19].

- e) **Selección de Unidades de Muestreo Adicionales.** Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio. Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección [19].
- f) **Evaluación de la Condición.** El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable [19].

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

**Equipo.**

Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños. Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los Ahuellamiento o depresiones. Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad [19].

**Procedimiento.**

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad [19].

**El equipo de inspección**

Deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía [19].

- g) **Cálculo Del PCI de las unidades de muestreo.** Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas [19].

- h) **Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:**

**Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos:**

- Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud ó por número según su tipo.

- Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
- Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado [19].

### **Etapla 2. Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)**

- Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
- Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m),
- El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan [19].

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

Figura 2.6: Ecuación 3

#### **Dónde:**

**mi:** Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

**HDVi:** El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

**Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.** El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.
- Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.
- Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso [19].

**Etapa 4. Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.**

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Portland:

**Etapa 1. Cálculo de los Valores Deducidos.**

- Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.
- Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado Como porcentaje (%) Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento [19].

**Etapa 2.** Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m) Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, como se describió anteriormente.

**Etapas 3 y 4.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. Proceda de manera idéntica a lo establecido para vías con capa de rodadura asfáltica, pero usando la curva correspondiente a pavimentos de concreto. Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV. En la Figura 3 se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV [19].

| No. | Valores Deducidos |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Total | q | CDV |
|-----|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|---|-----|
| 1   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 2   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 3   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |
| 4   |                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |   |     |

Tabla 2.2: Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido.

Fuente:(Manual del PCI).

**i) Cálculo del PCI de una sección de pavimento:**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo. Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas [19].

Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Figura 2.7: Ecuación 4

**Dónde:**

**PCIS:** PCI de la sección del pavimento.

**PCIR:** PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

**PCIA:** PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

**N:** Número total de unidades de muestreo en la sección.

**A:** Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### **2.2.3.3 Metodología francesa de evaluación de pavimento vizir.**

Es una metodología de fácil aplicación, la cual establece una diferencia entre las fallas funcionales y estructurales del pavimento, esta metodología clasifica los daños o deterioros de la rodadura asfáltica en dos categorías, A y B, cuya identificación de gravedad se presentan en las tablas. Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento. Se trata de deformaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural del asfalto. Las deformaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural del asfalto. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas que el tránsito ayuda a poner en evidencia. (Tabla 4 y tabla 5). Los daños se ven representados en un cuadro identificado por medio de rectángulos cuyo fondo (blanco, gris o negro) que indica el nivel de gravedad, también en el interior del rectángulo se coloca un número que expresa el lugar que ocupa el daño dentro de la zona evaluada. Para los estudios destinados al diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, cada zona de análisis deberá tener una longitud de 100 metros [19].

- **Determinación del índice de deterioro superficial, “Is”.**

Los daños tipo A y tipo B tienen una gran diferencia en esta metodología y se ven representados de diferente manera a la hora de reportar los daños, los deterioros Tipo B, su solución de mantenimiento o reparación se deriva del simple reconocimiento de su existencia, no es necesario apelar a otros parámetros para

realizar el diagnóstico, mientras que la solución para los deterioros Tipo A depende de múltiples factores y, por lo tanto, el diagnóstico exigirá la consideración de aspectos tales como la capacidad portante, la calidad de los materiales existentes, el tránsito futuro, etc. Los daños de este tipo suelen generar trabajos importantes de rehabilitación del pavimento, los cuales traen implícito el paliativo para los defectos del tipo B. Para la determinación del índice de deterioro superficial "Is" El primer paso consiste en el cálculo del índice de fisuración (If), el cual depende de la gravedad y la extensión de las fisuras y agrietamientos de tipo estructural en el tramo evaluado. Debido a que en la tabla No. 4 se consideran de manera independiente dos tipos de fisuras, se deberá tomar como representativo de la zona el mayor de los dos índices calculados. Después de ello se calcula un índice de deformación (Id), el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural, ya teniendo el índice de fisuración (If) y el índice de deformación (Id) la combinación de estos dos índices me genera una primera calificación del tramo de estudio la cual debe ser corregida según la extensión y calidad de los trabajos de parcheo y bacheo que se deban realizar. Realizada la corrección necesaria cuando corresponda se obtiene el "Índice de Deterioro Superficial, (Is)", el cual califica el tramo de estudio según los índices de deterioro y según la longitud de muestreo que estemos realizando, el valor del "Is" varía entre 1 y 7 y su cálculo se realiza de la manera como se muestra en la Figura No. 2, como nota importante se debe tener en cuenta que la valoración de las fallas del tipo A no constituye un criterio suficiente para definir las acciones que requiere la calzada para su rehabilitación [19].

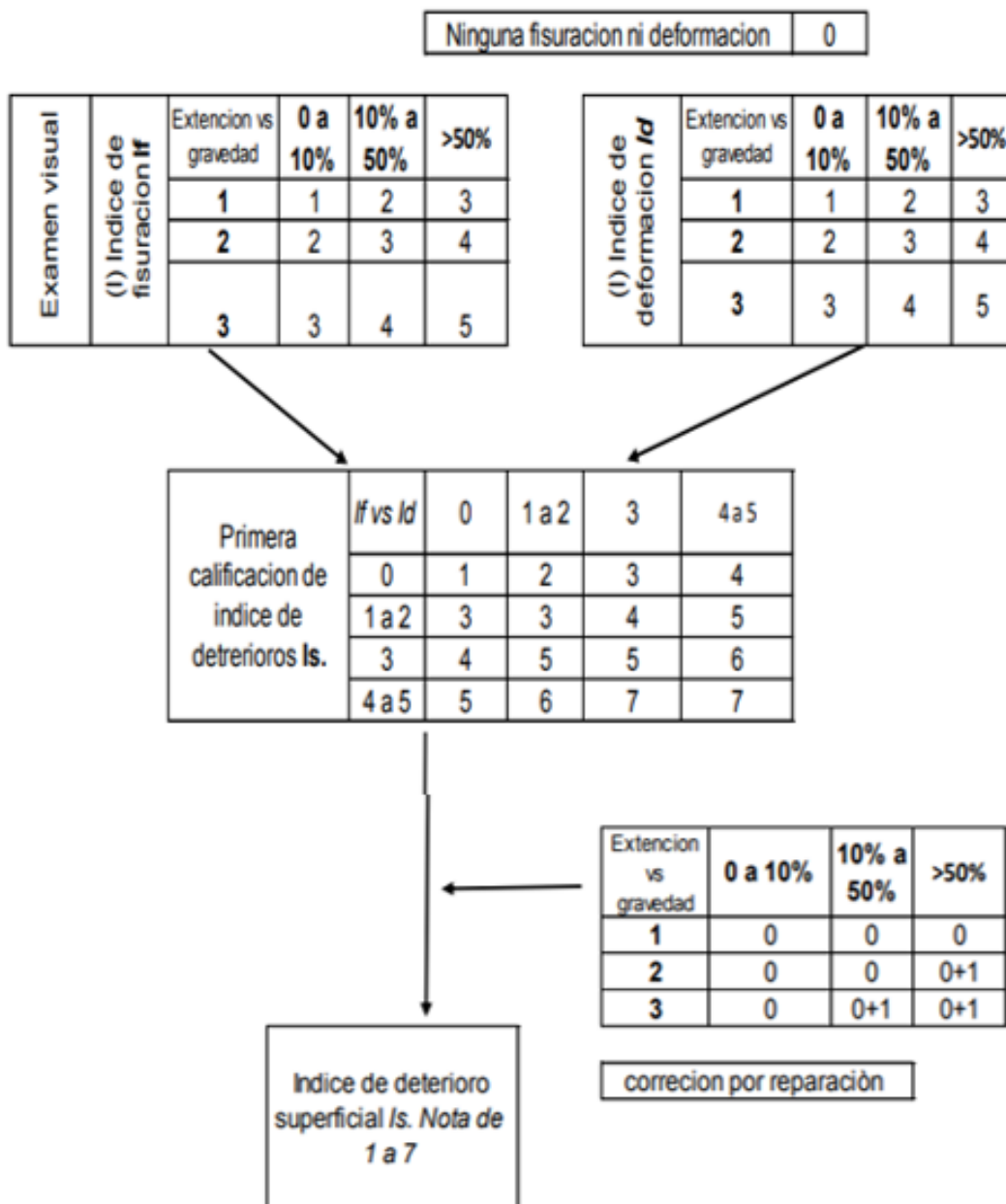


Tabla 2.3: Determinación del índice de derioro superficial IS.

Fuente:(Adaptación al manual INVIAS).




| Deterioro   | Nivel de gravedad   |  |  |
|---|---|--|--|
|   | 1   | 2  | 3  |
|   |  |  |         |
| Grietas longitudinales de junta de construcción.                        | Fina y única.   | Ancha (10mm o mas) sin desprendimiento o fina ramificación.                        | Ancha con desprendimientos o ramificada.   |
| Grietas de contracción térmica.   | Fisuras finas.  | Anchas sin desprendimientos o finas con desprendimientos o fisura ramificada.      | Anchas con desprendimiento.  |
| Grietas parabólicas.  | Fisuras finas.  | Anchas sin desprendimientos.   | Anchas con desprendimientos.   |
| Grieta de borde.  | Fisuras finas.  | Anchas sin desprendimientos.   | Anchas con desprendimientos.   |
| Abultamientos.  | $F < 20 \text{ mm}$   | $20 \text{ mm} \leq F \leq 40 \text{ mm}$  | $F > 40 \text{ mm}$  |
| Ojos de pescado (por cada 100 m).                                       | $< 5$   | $5 \text{ a } 10 / < 5$  | $> 10 / 5 \text{ a } 10$   |
|   | $\leq 300$  | $\leq 300 / \leq 1000$   | $\leq 300 / \leq 1000$   |
| Desprendimientos: pérdida de película de ligante. Pérdida de agregados. | Perdidas asiladas   | perdidas continuas   | Pérdidas generalizadas y muy marcadas.   |
| pulimiento agregados  | no se define niveles de gravedad  |  |  |
| Exudación   | puntual   | continua sobre la banda de rodamiento  | continua y muy marcada   |
| Afloramiento: de mortero y de agua.                                     | localizados y apenas perceptibles   | intensos   | muy intensos   |
| desintegración de los bordes de pavimento                               | Inicio de la desintegración.  | La calzada ha sido afectada en un ancho de 500mm o más.                            | erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico                  |
| erosión de las bermas   | erosión incipiente  | Erosión pronunciada.   | La erosión se pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios. |

Tabla 2.4: Niveles de gravedad de los daños del tipo b.

Fuente:(Adaptación al manual INVIAS).

| NOMBRE DEL DETERIORO                                       | CODIGO | UNIDAD DE MEDIDA |
|--|--------|------------------|
| Fisura longitudinal de junta de construcción               | FLJ    | M                |
| Fisura transversal de junta de construcción                | FTJ    | M                |
| Fisuras de contracción térmica                             | FCT    | M                |
| Fisuras parabólicas  | FP     | M                |
| Fisura de borde  | FB     | M                |
| Huecos   | H      | UND              |
| Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de la mezcla | DM     | M                |
| Pérdida de la película de ligante                          | PL     | M                |
| Pérdida de agregados                                       | PA     | M                |
| Descascaramiento   | DC     | M2               |
| Pulimento de agregados                                     | PU     | M                |
| Exudación  | EX     | M                |
| Afloramiento de mortero                                    | AM     | M                |
| Afloramiento de agua                                       | AFA    | M                |
| Desintegración de los bordes del pavimento                 | DB     | M                |
| Segregación  | S      | M                |

Tabla 2.5: Daños tipo b-vizir.

Fuente:(Guía de rehabilitación de pavimentos asfálticos y rígidos).

| <b>RANGOS DE CLASIFICACION VIZIR</b> |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| <b>RANGO</b>                         | <b>CLASIFICACION</b> |
| 1 Y 2                                | Bueno                |
| 3 Y 4                                | Regular              |
| 5,6 Y 7                              | Deficiente           |

Tabla 2.6: Rango de clasificacion Vizir

Fuente:(Manual de la clasificación VIZIR).

## **III. HIPÓTESIS.**

### **3.1 Hipótesis general.**

El Índice de Integridad Estructural y Condición Operacional del pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho 2018, se encontraría en el parámetro 50 de la tabla de índice de integridad, indicándonos que se encontraría en una condición regular Por la cantidad de patologías presentes en el pavimento rígido.

### **3.2 Hipótesis específicas.**

- a) El proceso de automatización para el calculo del pci nos permitio desarrollar las medidas necesaria para calcular el índice de integridad estructural del el pavimento rígido de la Av. Venezuela Distrito De San Juan Bautista Provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, 2018.
- b) Las patologías presentes en el pavimento rígido de la Av. Venezuela Distrito De San Juan Bautista Provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, 2018 son:
  - Grieta longitudinal.
  - Grieta de esquina.
  - Hundimiento.
  - Grietas transversales.
- c) Los parámetros que desarrolla la metodología del VIZIR son:

- Calidad de la construcción.
- Las condiciones climáticas.
- Crecimiento excepcional del tráfico.

d) El método del PCI es mas exacto para conocer el índice de integridad estructural del el pavimento rígido de la Av. Venezuela Distrito De San Juan Bautista Provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, 2018.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Tipo de investigación.**

El trabajo de investigación es cuantitativo por que los datos son medibles y es un estudio tipo descriptivo no experimental, porque la investigación consistirá en recolectar datos, describir, especificar y determinar mediante observación los fenómenos en su ambiente natural.

### **4.2 Nivel de la investigación.**

El nivel de investigación fue descriptivo, porque describe la realidad actual en que se encuentran los pavimentos rígidos sin alterarla, detallando la información sobre las patologías del estado actual de la capa de rodadura del pavimento rígido de la Av. Venezuela.

### **4.3 Diseño de la investigación.**

- El trabajo de investigación es cuantitativa por que los datos son medibles y es un estudio tipo descriptivo no experimental, porque la investigación consistirá en recolectar datos, describir, especificar y determinar mediante observación los fenómenos en su ambiente natural.
- El nivel de investigación fue descriptivo, porque describe la realidad actual en que se encuentran los pavimentos rígidos sin alterarla, detallando la información

sobre las patologías del estado actual de la capa de rodadura del pavimento rígido de la Av. Venezuela.

## **4.4 Población y muestra.**

### **4.4.1 Población.**

Para la presente Investigación, el Universo estará dado por la delimitación geográfica en la av. Venezuela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho.

### **4.4.2 Muestra.**

Se seleccionó 3 cuadras de la Av. Venezuela, distrito San Juan Bautista, provincia Huamanga, departamento Ayacucho, para ser evaluadas. Tomando las medidas respectivas que nos serán útiles para poder determinar las fallas existentes en la muestra tomada.

### **4.4.3 Muestreo.**

El muestreo para la evaluación, se realizará de acuerdo a la metodología del PCI, para ello se seleccionó la av. Venezuela que empieza con la intersección de la av. Las Américas culminando con la intersección con la av. Bolognesi, distrito San Juan Bautista, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

## **4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.**

Ver la Tabla 4.1.

| <b>DETERMINACION Y EVALUACION DEL INDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICION OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV: VENEZUELA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA- PROVINCIA DE HUAMANGA -DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2018</b> |   |   |
|---|---|---|
| <b>VARIABLES</b>  | <b>DIMENSIONES</b>  | <b>INDICADORES</b>  |
| <b>Variable independiente:</b><br><br>Patologías presentes en el pavimento rígido de la Av. Venezuela, distrito de San Juan Bautista provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.   | Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.<br><br>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados. | Nivel de severidad:<br>- Nivel de severidad Baja.<br>- Nivel de severidad Media.<br>- Nivel de severidad Alta.<br><br>Tipo de presencia de patologías en forma:<br>- Vertical.<br>- Horizontal.<br>- Oblicuo. |
|   | Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.  | Grado de afectación:<br>-Alta.<br>-Media.<br>-Baja.   |
| <b>Variable dependiente:</b><br><br>Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la Av. Venezuela, distrito de San Juan Bautista provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.         | Tipos de patologías que se presentan en la Av. Venezuela, distrito de San Juan Bautista provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.  | Rango de Calificación del PCI:<br>- 100-85 (Excelente).<br>- 85-70 (Muy buena).<br>- 70-55 (Buena).<br>- 55-40 (Regular).<br>- 40-25 (Malo).<br>- 25-10 (Muy malo).<br>- 10-0 (Fallado).                      |

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.  
Fuente: Elaboración propia.

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

Se utilizó la evaluación visual y toma de datos utilizando una ficha técnica como instrumentos de recolección de datos Insitu. La evaluación de la condición incluirá los siguientes aspectos:

### **4.6.1 Técnicas.**

#### **4.6.1.1 Técnicas de evaluación visual.**

Se hará una primera inspección visual del lugar en estudio y las poblaciones que serán beneficiadas.

### **4.6.2 Instrumentos.**

#### **4.6.2.1 Wincha .**

Para medir las longitudes y las áreas de los daños.

#### **4.6.2.2 Regla y una cinta métrica**

Para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

#### **4.6.2.3 Manual de daños del PCI.**

Con los formatos correspondientes para su desarrollo de la actividad programado.

## **4.7 Plan de análisis.**

Los resultados estarán comprendidos en los siguientes:

- La ubicación del área de estudio.

- Los tipos de patologías existentes.
- Nivel de Índice de Condición del Pavimento.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.

## 4.8 Matriz de consistencia.

| <p><b>Título:</b> "DETERMINACION Y EVALUACION DEL INDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICION OPERACIONAL DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA AV. VENEZUELA, DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA- PROVINCIA DE HUAMANGA –DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2018"</p>  |  |  |
|---|--|--|
| <p><b>PROBLEMA</b></p> <p><b>1. PROBLEMA PRINCIPAL</b></p> <p>¿Cuál es el índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- provincia de Huamanga –departamento de Ayacucho, 2018?</p> <p><b>2. PROBLEMAS SECUNDARIOS</b></p> <p>a) ¿En que consiste la automatización del proceso del cálculo del pci para determinar el índice de integridad estructural del pavimento rígido de san juan bautista-huamanga-ayacucho 2018?</p> <p>b) ¿Que patologías presenta el pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- ¿Huamanga- Ayacucho, 2018?</p> <p>c) ¿Que parámetros desarrolla la metodología del asfalto para determinar el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- ¿Huamanga- Ayacucho, 2018?</p> <p>d) ¿Que metodología entre el pci y el asfalto es mas optimo para determinar el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- ¿Huamanga- Ayacucho, 2018?</p> | <p><b>OBJETIVOS.</b></p> <p><b>Objetivos generales.</b><br/>Determinar el índice de integridad estructural y condición operacional del Pavimento rígido en la av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> <p><b>Objetivo específico</b><br/>a.- Automatizar el proceso del cálculo del pci para Determinar el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> <p>b.- Determinar las patologías presentes en el pavimento rígido de la Av. Venezuela Distrito De San Juan Bautista Provincia De Huamanga Departamento De Ayacucho, 2018.</p> <p>c.- determinar los parámetros que desarrolla la metodología del asfalto para conocer el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> <p>d.- conocer la diferencia y exactitud de cada método (PCI-VIZIF) para conocer el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> | <p><b>HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p><b>Hipótesis</b><br/>El índice de Integridad Estructural y Condición Operacional del pavimento rígido de la av. Venezuela distrito de San Juan Bautista- provincia de Huamanga –departamento de Ayacucho 2018, se encontraría en el parámetro 50 de la tabla de índice de integridad, indicándonos que se encontraría en una condición regular Por la cantidad de patologías presentes en el pavimento rígido.</p> <p><b>HIPOTESIS SECUNDARIOS</b></p> <p>a.- el proceso de automatización para el cálculo del pci nos permitiría desarrollar las medidas necesarias para calcular el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> <p>b.- Las patologías presentes en el pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018 son:<br/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grieta longitudinal</li> <li>- Grieta de esquina</li> <li>- Hundimiento</li> <li>- Grietas transversales.</li> </ul> </p> <p>c.- Los parámetros que desarrolla la metodología del asfalto son:<br/> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calidad de la construcción</li> <li>- Las condiciones climáticas</li> <li>- Crecimiento excepcional del tráfico.</li> </ul> </p> <p>d.- El método del pci es mas exacto para conocer el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la Av. Venezuela- Distrito De San Juan Bautista- Provincia De Huamanga –Departamento De Ayacucho, 2018.</p> |

Figura 4.1: Matriz de consistencia.

Fuente:(Elaboración propia).

## **4.9 Principios éticos.**

Como profesional de Ingeniería Civil, debemos promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de nuestra profesión, sirviendo con fidelidad al público, a nuestros empleadores y clientes, esforzándonos por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería, además de apoyar a las instituciones profesionales y académicas.

Como principios éticos, debemos comprometernos son:

- La Relación con el público.
- La Relación con la sociedad.
- El ejercicio profesional.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Resultados.

Determinación, identificación de los tipos de patologías existentes en los pavimentos rígidos de las diferentes cuadras en estudio.

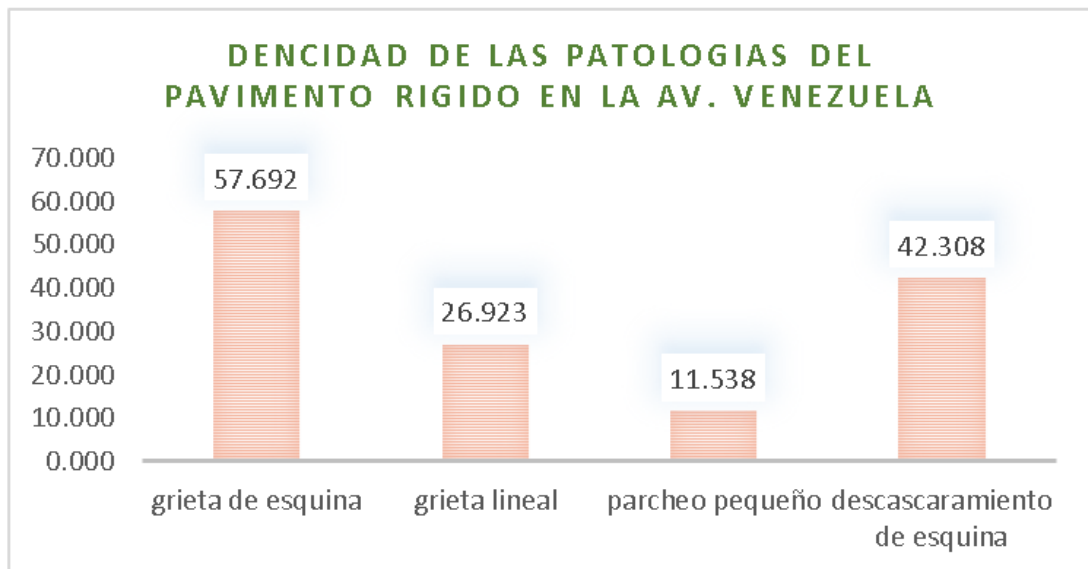


Figura 5.1: Densidades patológicas en el muestra N°1

Fuente:( Elaboración propia).

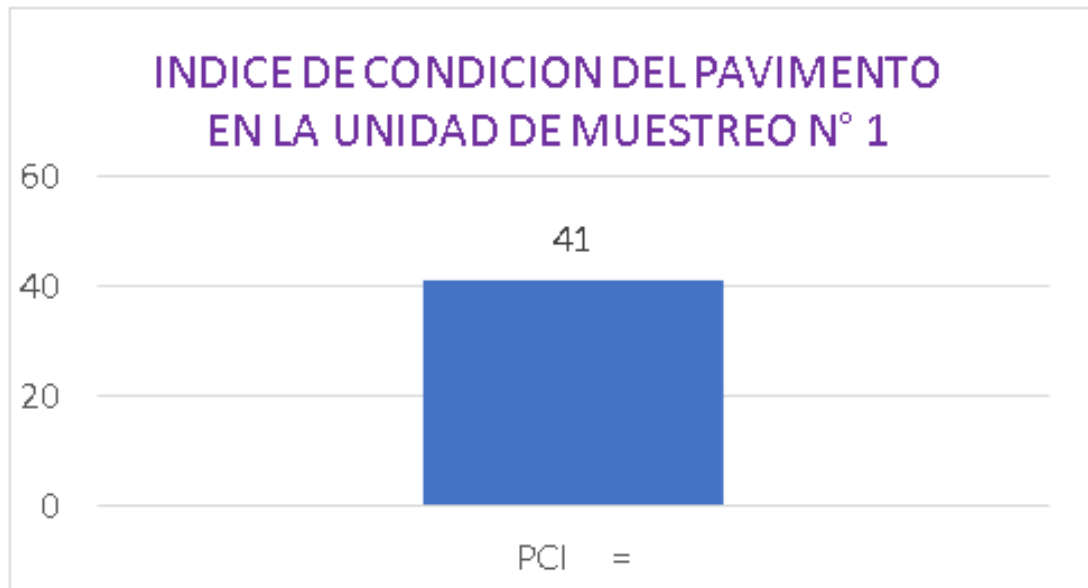


Figura 5.2: Cálculo del PCI en la muestra N°1  
Fuente:( Elaboración propia).

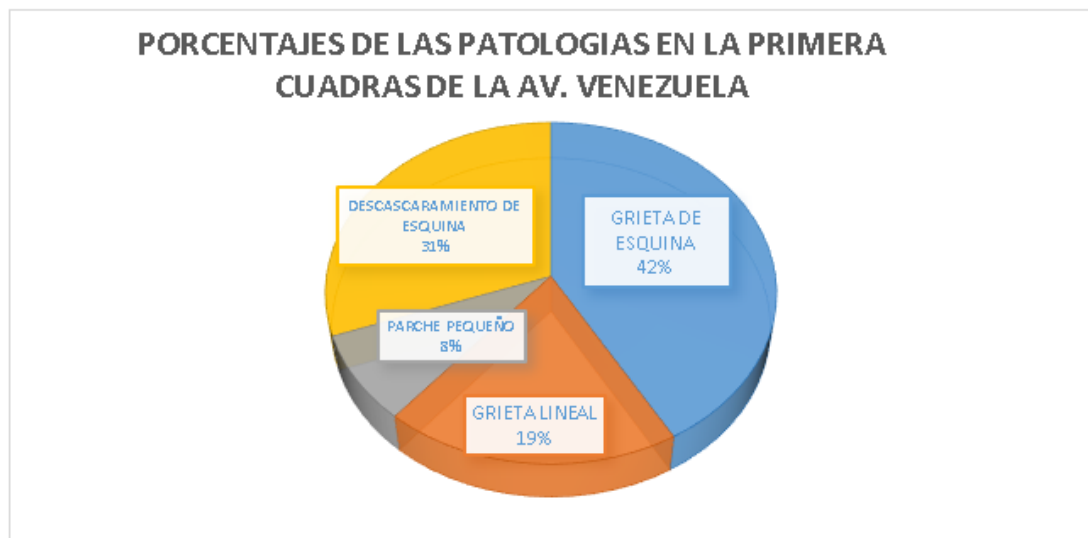


Figura 5.3: Porcentaje de las patologías existentes en la muestra N°1  
Fuente:( Elaboración propia).

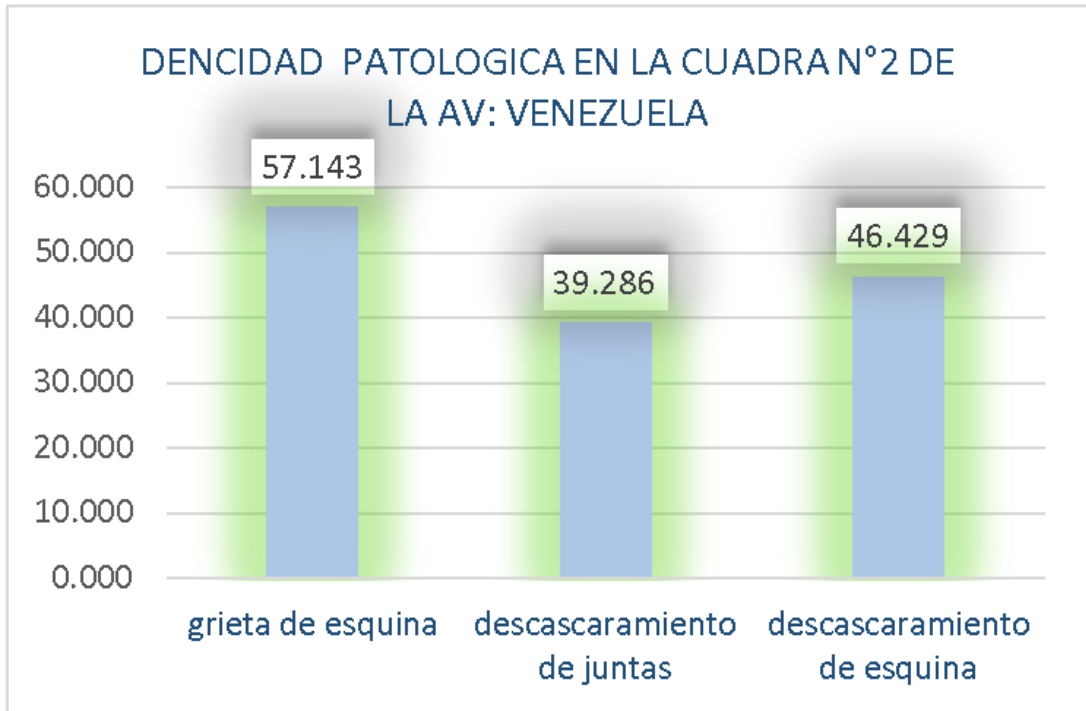


Figura 5.4: Densidades patológicas en el muestra N°2

Fuente:( Elaboración propia).

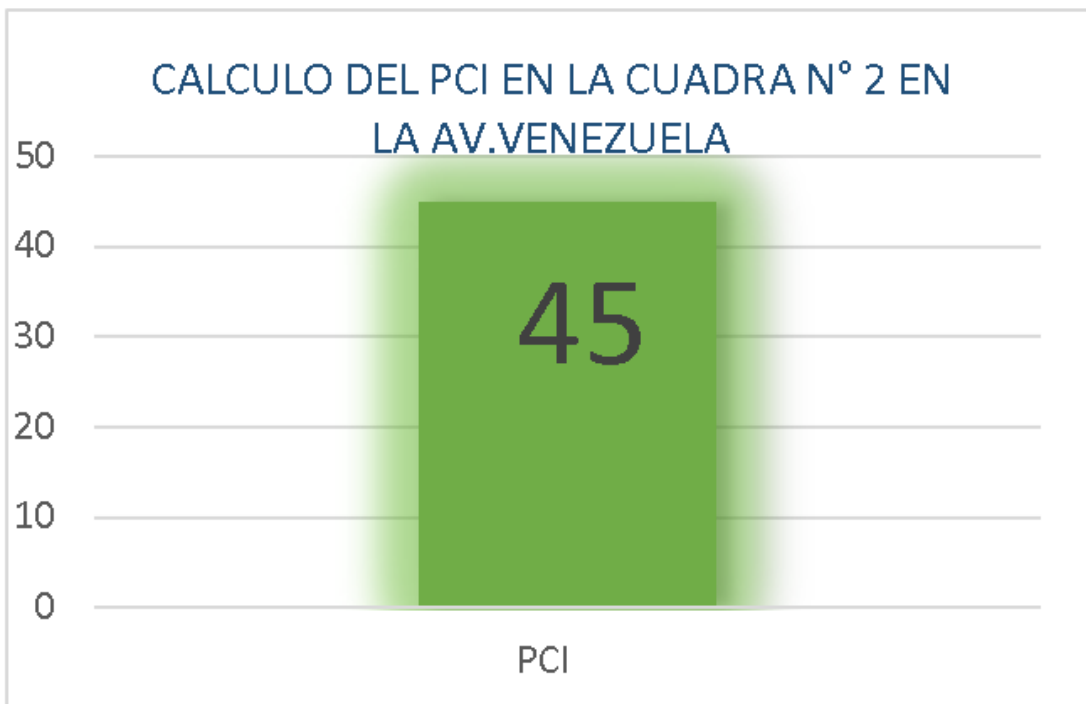


Figura 5.5: Cálculo del PCI en la muestra N°2

Fuente:( Elaboración propia).



Figura 5.6: Porcentaje de las patologías existentes en la muestra N°2

Fuente:( Elaboración propia).

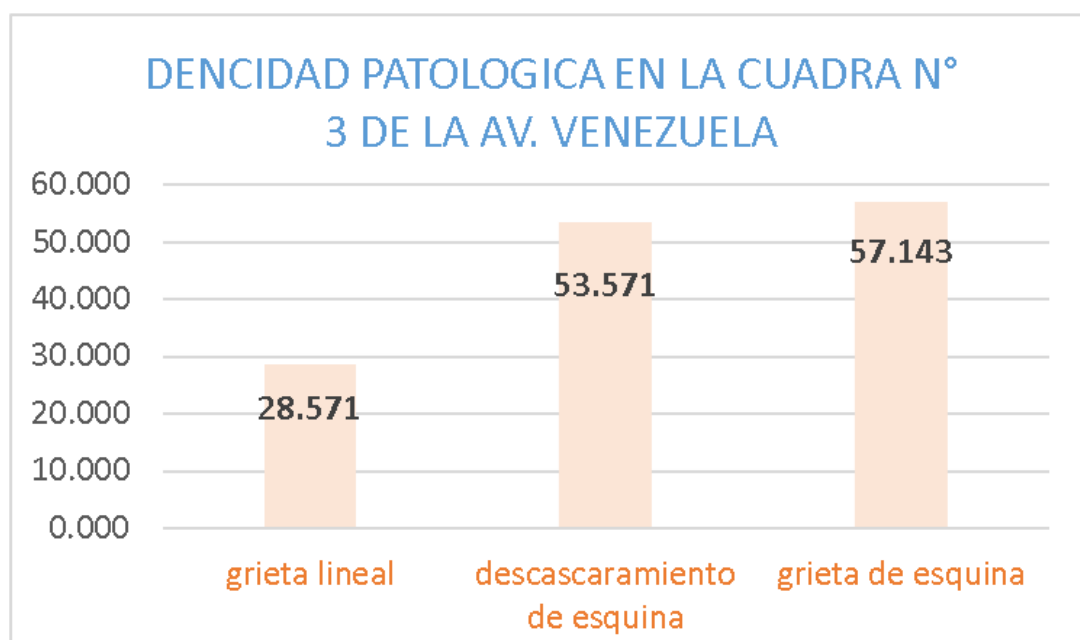


Figura 5.7: Densidades patológicas en el muestra N°3

Fuente:( Elaboración propia).

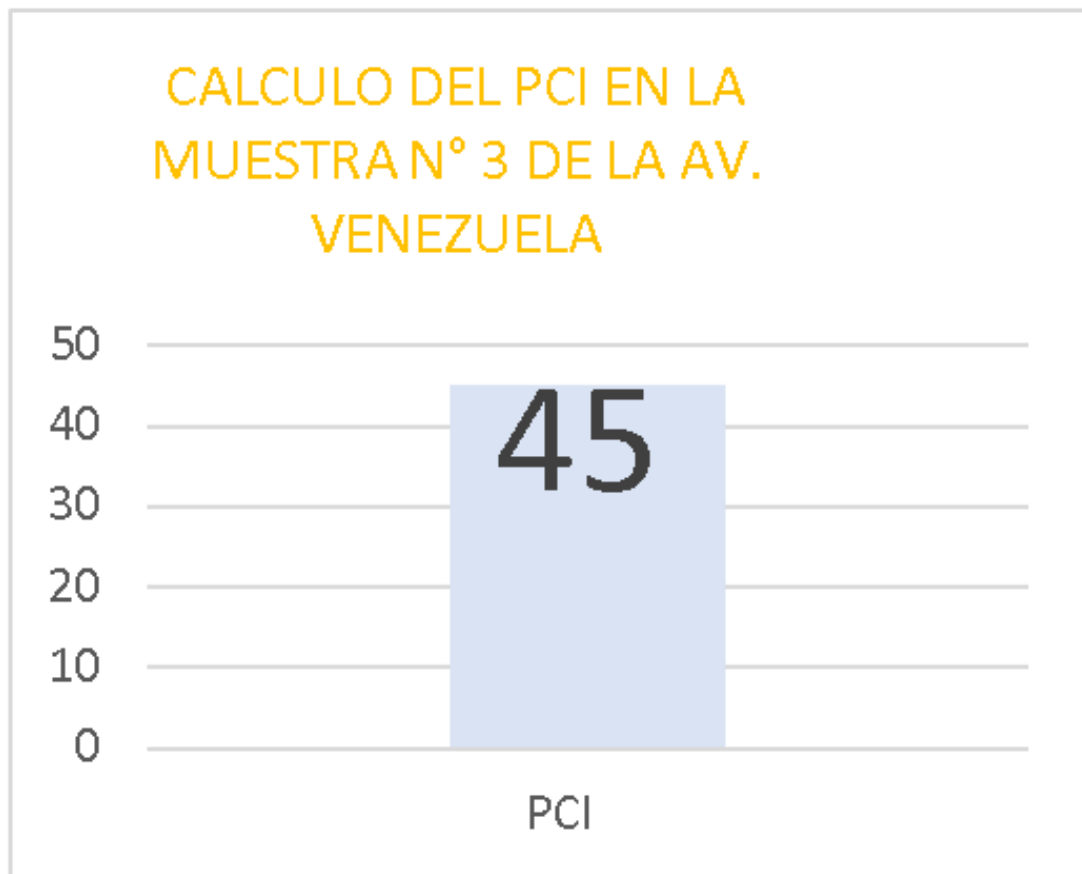


Figura 5.8: Cálculo del PCI en la muestra N°3  
Fuente:( Elaboración propia).

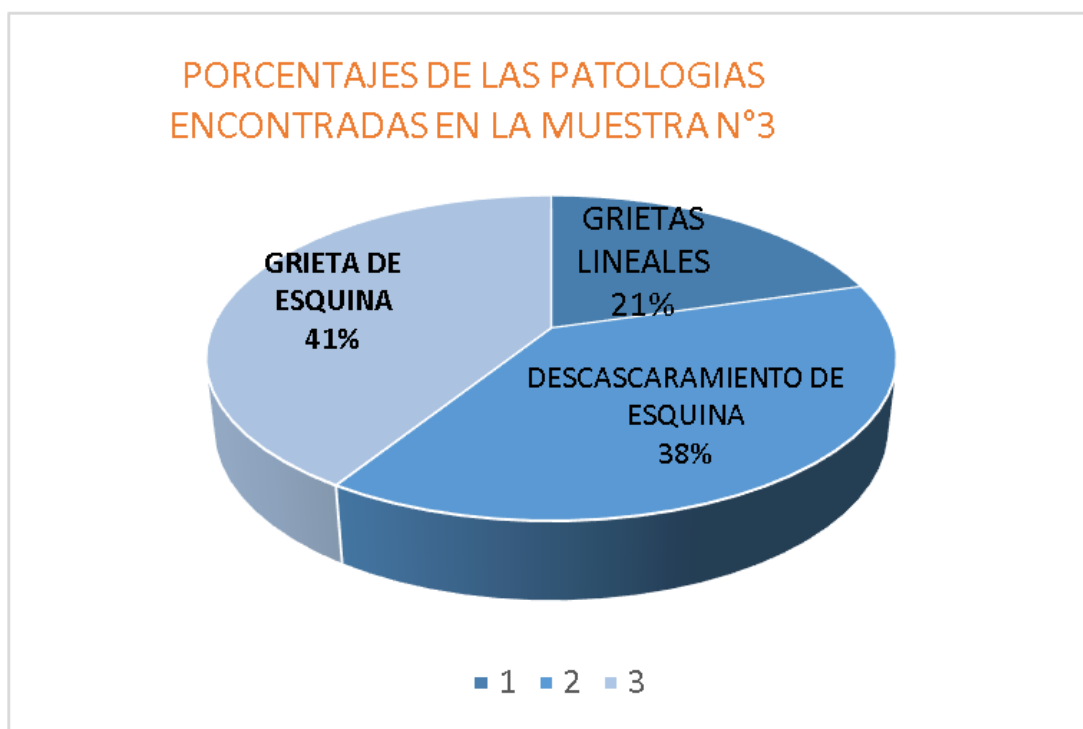


Figura 5.9: Porcentaje de las patologías existentes en la muestra N°3  
Fuente:( Elaboración propia).

| RESUMEN DE RESULTADOS DE LA AV. VENEZUELA |                    |                       |             |              |             |
|---|--------------------|-----------------------|-------------|--------------|-------------|
| Unidad de muestra                         | Cuadra de la calle | PCI Unidad de Muestra | Descripción | PCI PROMEDIO | Descripción |
| U1  | 1ra Cuadra         | 41                    | Regular     | 43.666667    | Regular     |
| U2  | 2da Cuadra         | 45                    | Regular     |              |             |
| U3  | 3ra Cuadra         | 45                    | Regular     |              |             |

Tabla 5.1: Resumen de PCI de la av: Venezuela  
Fuente:( Elaboración propia).

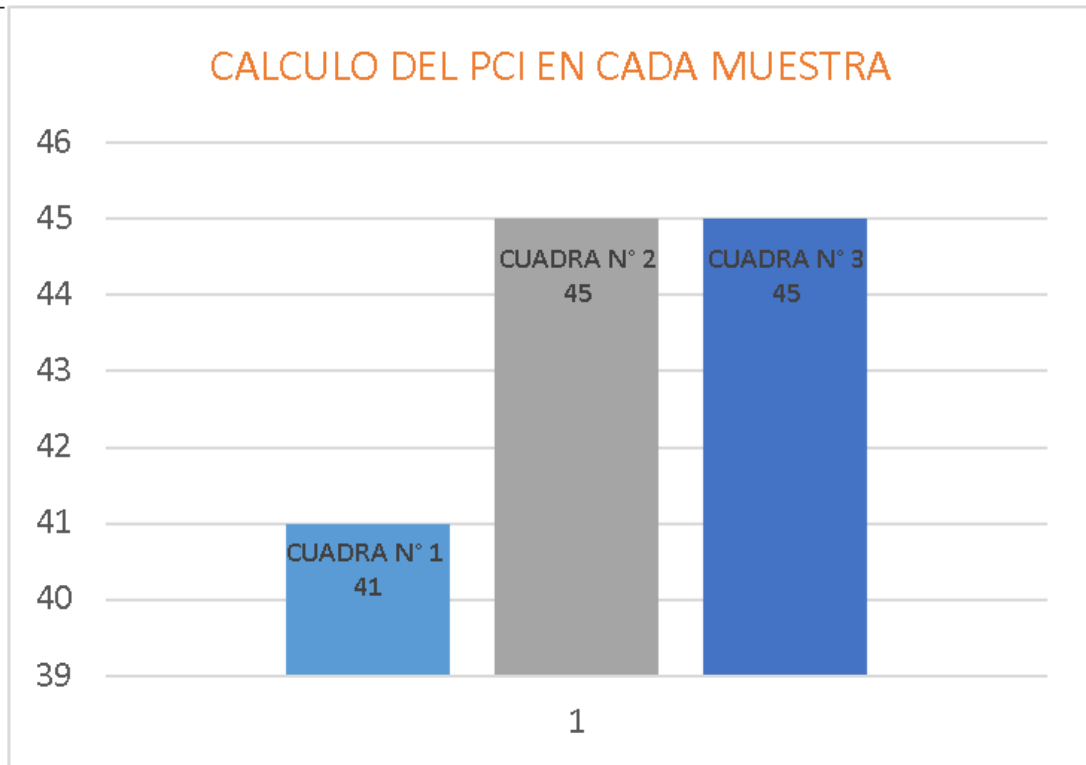


Figura 5.10: Resumen del PCI  
**Fuente:**( Elaboración propia).

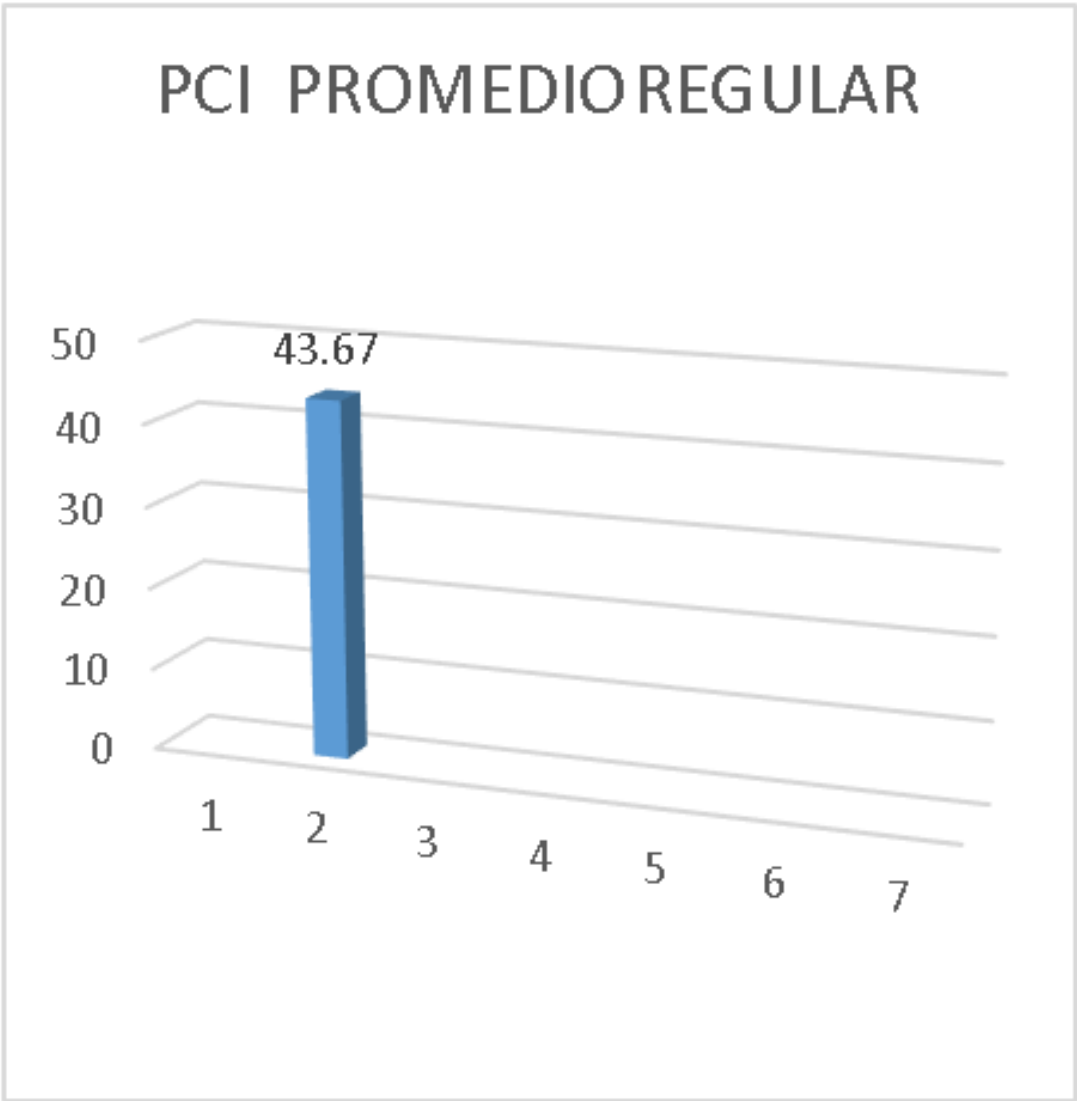


Figura 5.11: Índice del cálculo del PCI promedio

Fuente:( Elaboración propia).

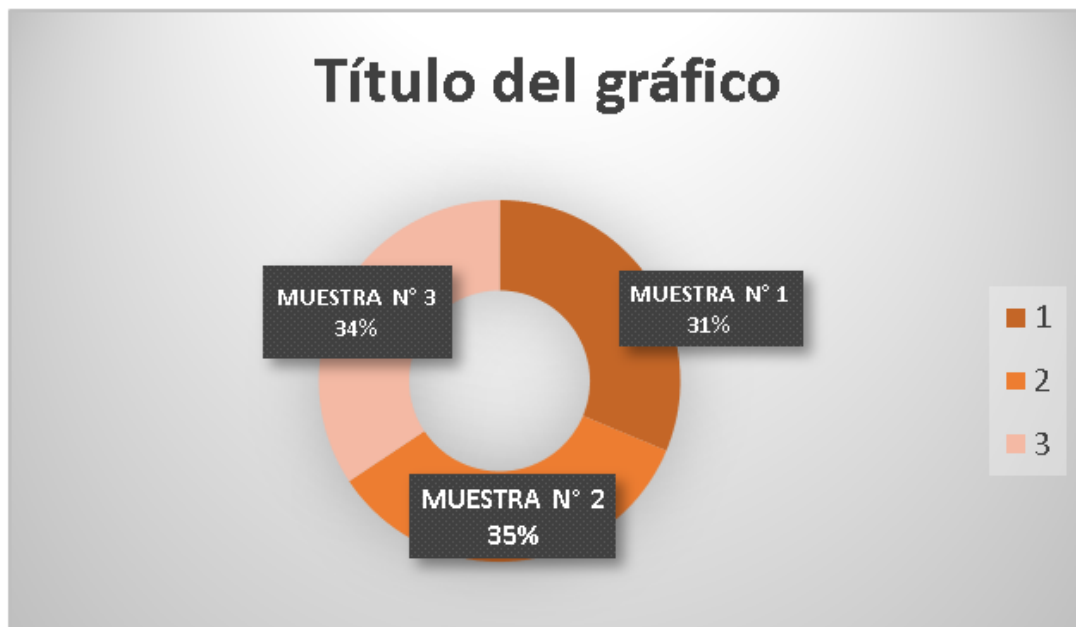


Figura 5.12: Resumen de distribución de las patologías del pavimento rígido  
Fuente:( Elaboración propia).

## 5.2 Análisis de resultados.

Mediante el análisis realizado a la superficie del pavimento rígido en la Av. Venezuela, distrito de san juan bautista, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho, se alcanzó que nuestra área de estudio alcanza al Pavimento Rígido de la Av. Venezuela desde la Av. Las américas hasta la av. Bolognesi – carril derecho, para tal sentido seleccione 03 cuadras de muestra distribuidas en todo el carril derecho del pavimento. De acuerdo a los objetivos establecidos en el estudio se derivó a analizar las patologías existentes y determinar el tipo de patología en el pavimento de la Av. Venezuela desde la Av. Las américas hasta la av. Bolognesi, anotando los datos en campo atreves de una inspección visual identificando cada una de las patologías que se encontraban en el pavimento rígido.

Obteniendo un PCI promedio de las tres unidades un total de 43.67 de acuerdo a la tabla del manual del PCI se encuentra en un rango de PCI regular. Encontrando patologías como grietas de esquina, grietas lineales, descascara miento de juntas y

descascamientos de esquina con una severidad de (B y M).

|                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| Numero Total De Losas Analizadas | 82 losas |
|----------------------------------|----------|

Tabla 5.2: Número total de losas analizadas.

Fuente:( Elaboración propia).

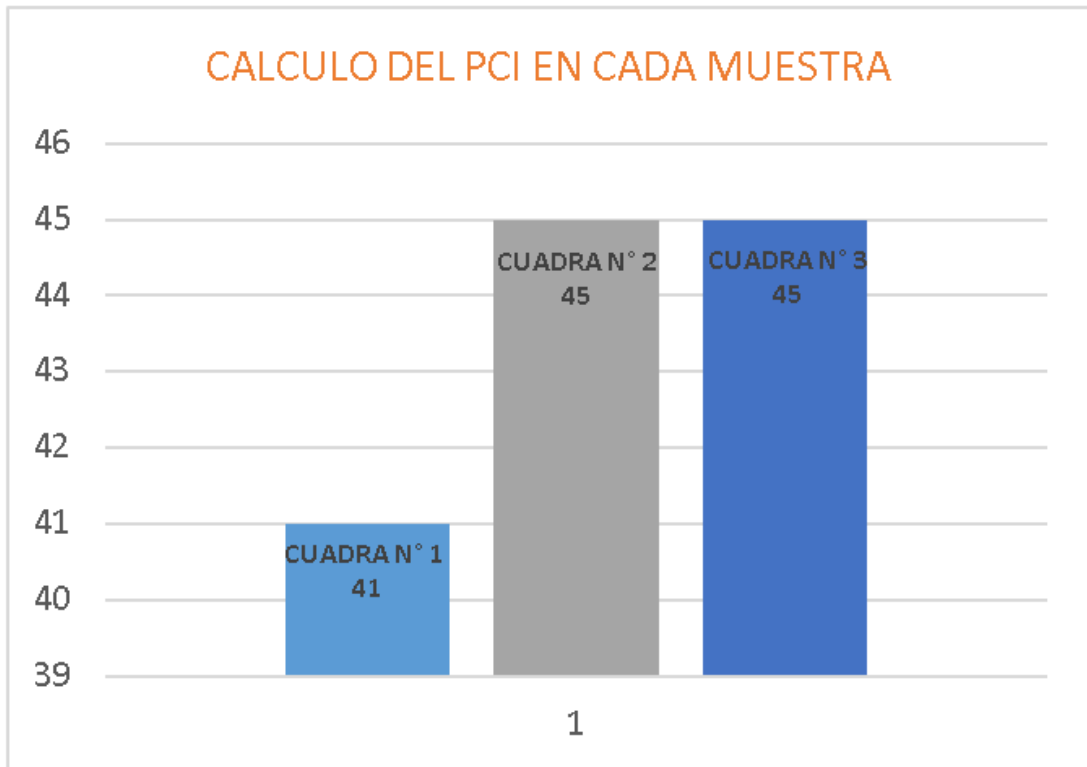


Figura 5.13: Resumen índice de patologías del pavimento rígido

Fuente:( Elaboración propia).

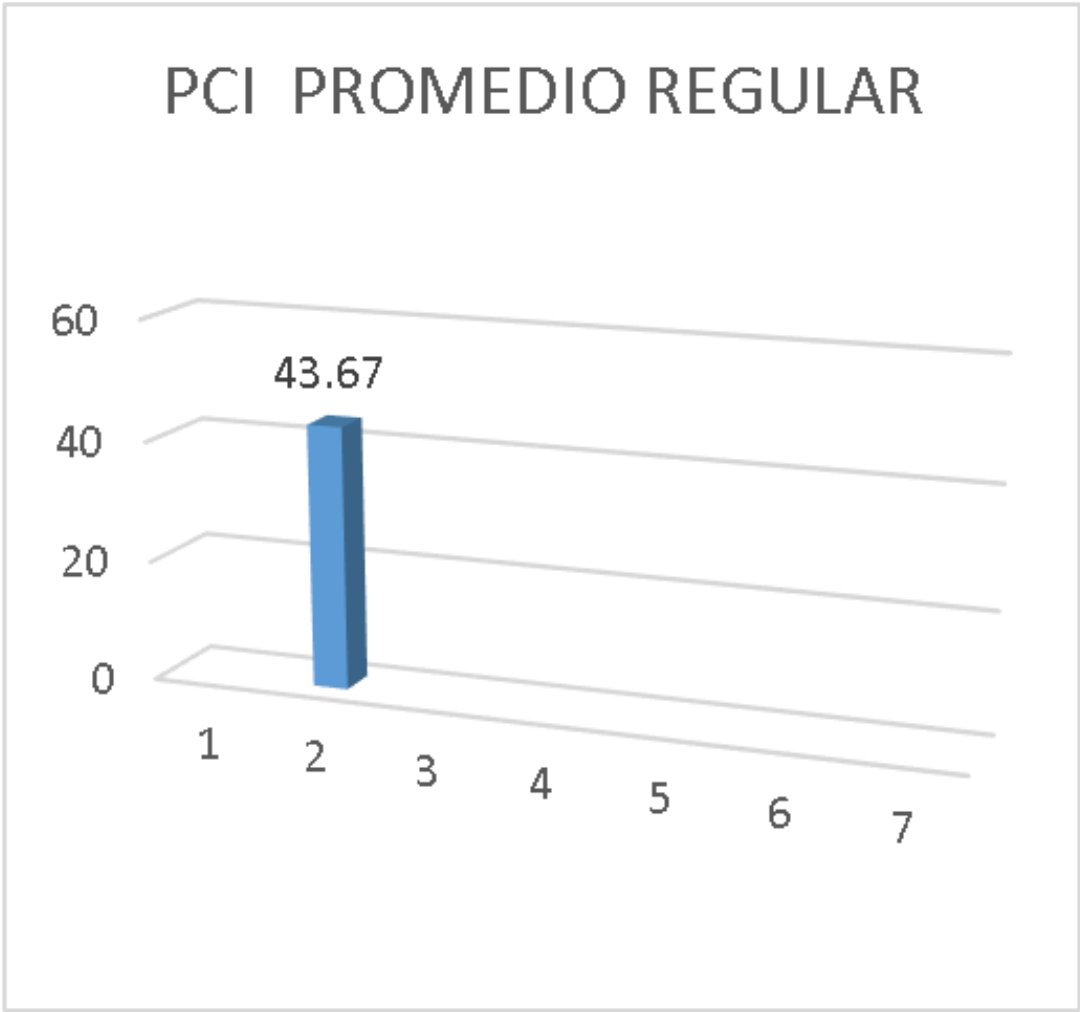


Figura 5.14: Índice del calculo del PCI promedio

Fuente:( Elaboración propia).

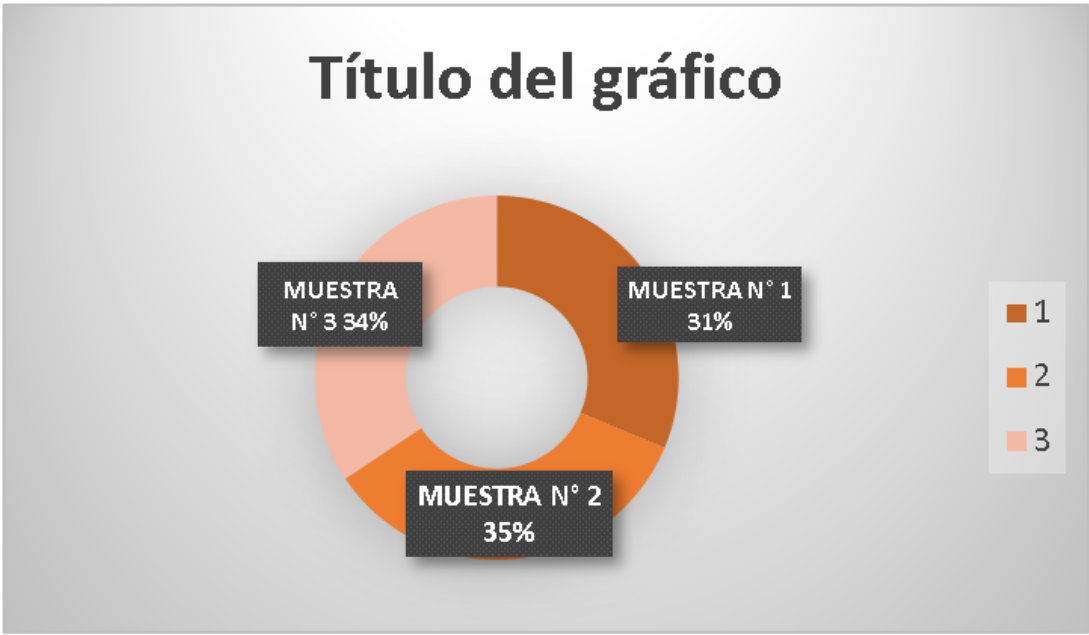


Figura 5.15: Resumen de distribución de las patologías del pavimento rígido.  
Fuente:( Elaboración propia).

## VI. CONCLUSIONES.

- De acuerdo al estudio realizado en los diferentes tramos de la Av. Venezuela, distrito de San Juan Bautista, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, determinar estado físico del pavimento y un PCI promedio de 43.67 que me indica que el estado situacional del pavimento es REGULAR, el estudio visual fue importante para tener el grado de deterioro del pavimento rígido seleccionado. Mediante datos obtenidos me permitió dar criterios de reparación para presentar soluciones de acuerdo a la gradación y dar tratamiento de áreas.
- Mediante los formatos utilizados que me permitió anotar todos los datos del pavimento estudiado para poder desarrollar los trabajos que son necesarios para hacer la descripción adecuada de las diferentes patologías a estudiar. Como también las posibles causas y opciones de solución de las diferentes unidades de muestreo seleccionada.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

Después de la evolución de la patología encontrada en nuestra muestra y obtener el PCI se podría recomendar un mantenimiento correctivo a la Av. Venezuela para poder alargar su vida útil y llegue a cumplir con su adecuada funcionalidad. Para poder determinar las patologías se tiene que conocer y estudiar a cada tipo de patologías que existen en un pavimento rígido y así poder analizar adecuadamente cada patología encontrada.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EDGAR FLORES. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento rigido y condicion operacional en la avenida peru del distrito de carmen alto, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto – 2016. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2017.
- [2] GROVER VALDEZ. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de condicion del pavimento rigido y condicion operacional de la superficie en la av. arenales, distrito de mariscal andres avelino caceres, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto - 2016. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2016.
- [3] ROGER PALOMINO. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento rigido en el jiron abraham valdelomar y ciro alegria, distrito de jesus nazareno, provincia huamanga, departamento de ayacucho, junio – 2015. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2015.
- [4] EDGAR PALOMINO. Evaluacion de la condicion operacional del pavimento rigido, aplicando el metodo del pci, en las pistas del jr. callao cuadra 3 y 4, y prolg. jr. callao cuadra 5 y 6 del distrito de ayacucho, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, junio – 2017. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2018.
- [5] ALAVE VALDIVIA & EDWIN JULIAN. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtene el indice de integridad estructura del pavimento y condicion operacional de la superficie de la veredas del distrito de gregorio albarracin lanchipa prov. de tacna departamento tacna. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2014.
- [6] JAIME RABANAL. Analisis del estado de concreto del pavimento flexible de la via de evitamiento norte, utilizando el metodo del indice de condicion del pavimento, cajamarca-2014. *UPN*, 2014.
- [7] JUNIOR CAMILO ALVARINO DIEGO. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural del pavimento y condicion operacional de lasuperficie de la pista en la avenida lasmalvinas, del distrito de mazamari, provincia de satipo, region d. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2016.

- [8] ANGEL AQUIJE. Evaluacion de los pavimentos de la pista de aterrizaje, calles de rodaje y plataforma de estacionamiento del aeropuerto de talara. *CONCYTEC*, 2011.
- [9] ALLEN GODOY. Determinacion y evaluacion del nivel de incidencia de las patologias del concreto en las calles de la capital del distrito de sondorillo, provincia de huancabamba, departamento de piura. *CONCYTEC*, 2012.
- [10] ALEX NEIRA. Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en las calles de la capital del distrito de sondorillo, provincia de huancabamba, departamento de piura. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE*, 2017.
- [11] ANDREA AMAYA. Estudio de las patologias existentes en el pavimento rigido de la via calle 3 entre carreras 10 y 13 del municipio de cabuyaro meta. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE NUEVA GRANADA*, 2014.
- [12] RICARDO MIRANDA. *DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 2010.
- [13] ANDRES MORA & CAMILO ARGUELLES. Diseno de pavimento rigido para la urbanizacion caballero y gongora, municipio de honda - tolima. *UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA*, 2015.
- [14] RAFAEL PEREZ. Diseno del pavimento rigido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de estanzuela del departamento de zacapa. *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA*, 2010.
- [15] CARLOS DUQUE & JAIME TIBAQUIRA. Estudio de la patologia presente en el pavimento rigido del segmento de via de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de granada departamento del meta. *UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA*, 2010.
- [16] OSWALDO CENTENO. Pavimentos rigidos. *ARCHIVOS DE BLOG*, 2010.
- [17] GONZALO POZO. Pavimento flexible. *URBANISMO.COM*, 2012.
- [18] AASHTO. *AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS*. AASHTO, 1993.
- [19] LUIS VASQUEZ. Para pavimentos asfalticos y de concreto en carreteras. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*, 2002.