

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD  
ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO  
UTILIZANDO EL MÉTODO DEL PCI EN LA  
AVENIDA LOS ÁNGELES DEL DISTRITO ANDRÉS  
AVELINO CÁCERES DORREGARAY, PROVINCIA  
HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO-2019**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
CIVIL

AUTORA:

ENRÍQUEZ PACSI, DANITZA

ORCID: 0000-0002-9008-5049

ASESOR:

RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

AYACUCHO - PERÚ

2020

# **TÍTULO DE LA TESIS**

OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL PCI EN LA AVENIDA LOS ÁNGELES DEL DISTRITO ANDRÉS AVELINO CÁCERES DORREGARAY, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO-2019.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Enríquez Pacsi, Danitza  
ORCID: 0000-0003-3765-8888  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

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

### **JURADO**

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

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

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

---

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

---

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

---

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

## **AGRADECIMIENTOS**

El mayor agradecimiento a la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, a la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

A todos los Catedráticos que me formaron y en especial a mi asesor: Ing. Arístides Gonzalo Veliz Flores, por las exigencias constantes y ser un gran guía en el desarrollo y culminación de este proyecto.

A demás mi eterno agradecimiento a mi esposo e hijas por el apoyo incondicional en el cumplimiento de mis metas.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo con mucho amor a mi madre que en paz descansa, por haberme brindado el apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y a mi padre que me brinda su apoyo día a día.

A mi esposo Antonio e hijas Alysz y Maddhy por ser los motivos de lucha para alcanzar mis metas y sueños.

Al Ing. Saúl Walter Retamozo Fernández por su comprensión y paciencia en conducirme.

## RESUMEN

---

La investigación tuvo como objetivo aplicar el método PCI para determinar índice de integridad estructural del pavimento a partir de sus patologías existentes en la Av. Los angeles del distrito Andres Avelino Caceres Dorregaray de la provincia de Huamanga departamento Ayacucho, fue estudiado descriptivamente para identificar las fallas existentes en dicho pavimento. Dentro de la tesis se muestra: el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación, y aplicación del pavimento a través de los antecedentes internacionales y nacionales. La investigación realizada fue de tipo descriptivo, porque describe la realidad sin alterarla, no experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio, en el cual se realiza el recorrido de la avenida anotando las fallas localizadas y determinando la severidad de las mismas. Finalmente se concluye que: la investigación, mediante el procedimiento PCI (índice de Condición de Pavimento), la cual en conclusión el estado de condición de integridad estructural está en un rango regular puesto que se obtuvo como resultado **48** y **52** a un valor del PCI.

**Palabras clave:** PCI, Determinacion del índice de integridad estructural del pavimento rígido.

---

## ABSTRACT

---

The objective of the research was to apply the PCI method to determine the structural integrity index of the pavement from its existing pathologies in the Los Angeles Avenue of the Andres Avelino Caceres Dorregaray district of the province of Huamanga department Ayacucho, it was studied descriptively to identify the faults existing in said pavement. Within the thesis is shown: the theoretical framework, where the pavement concept is defined, its classification, and application of the pavement through the international and national antecedents. The research carried out was descriptive, because it describes the reality without altering it, not experimental because the problem is studied and analyzed without resorting to a laboratory, in which the avenue is made, noting the localized faults and determining the severity of the same. Finally, it is concluded that: the investigation, by means of the PCI procedure (Pavement Condition Index), which in conclusion the condition of structural integrity condition is in a regular range **48** and **52** since a value of PCI was obtained as a result.

**Keywords:** PCI, determination of the structural integrity index of the rigid pavement.

---



# 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>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xiv</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes. . . . .	3
2.1.1 Antecedentes Locales. . . . .	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales. . . . .	7
2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . .	14

2.2	Marco teórico. . . . .	18
2.2.1	Pavimento. . . . .	18
2.2.1.1	Clasificación de los pavimentos. . . . .	18
	A. Pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos). . . . .	18
	B. Pavimentos semi-flexibles. . . . .	18
	C. Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico). . . . .	19
2.2.1.2	Funciones de las capas de un pavimento. . . . .	22
	A. Subrasante. . . . .	22
	B. Subbase. . . . .	22
	C. Superficie de rodadura. . . . .	22
2.2.1.3	Evaluación del pavimento. . . . .	23
2.2.1.4	Patología en pavimentos. . . . .	23
	A. Fallas de Superficie. . . . .	23
	B. Fallas estructurales. . . . .	24
2.2.1.5	Manual de daños para la evaluación del pavimento rígido. . . . .	24
	A. Fisura longitudinal. . . . .	24
	B. Fisura de esquina. . . . .	26
	C. Losa subdividida. . . . .	28
	D. Daño del sello de juntas. . . . .	30
	E. Pulimiento de agregado. . . . .	32
	F. Bache. . . . .	34
<b>III HIPÓTESIS.</b>		<b>49</b>
3.1	Hipótesis general. . . . .	49
3.2	Hipótesis específicas. . . . .	49
<b>IV METODOLOGÍA.</b>		<b>50</b>
4.1	Diseño de la investigación. . . . .	50

4.2	Población y muestra. . . . .	50
4.2.1	Población. . . . .	50
4.2.2	Muestra. . . . .	50
4.3	Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	50
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	52
4.4.1	Técnicas. . . . .	52
4.4.1.1	Técnicas de evaluación visual. . . . .	52
4.4.2	Instrumentos. . . . .	52
4.4.2.1	Cámara fotográfica. . . . .	52
4.4.2.2	Cuaderno para la toma de apuntes. . . . .	52
4.4.2.3	Planos de Planta. . . . .	52
4.4.2.4	Wincha. . . . .	52
4.4.2.5	Libros y/o manuales de referencia. . . . .	52
4.4.2.6	Equipos topográficos. . . . .	53
4.5	Plan de análisis. . . . .	53
4.6	Matriz de consistencia. . . . .	53
4.7	Principios éticos. . . . .	55
<b>V</b>	<b>RESULTADOS.</b>	<b>56</b>
5.1	Resultados. . . . .	56
5.1.1	Unidad de muestra. . . . .	56
5.1.2	Cálculo del PCI de las unidades de muestra. . . . .	57
5.1.3	Unidad de Muestra U1: AV. LOS ÁNGELES CUADRA 01 y 02. . . . .	57
5.1.4	Unidad de Muestra U1: AV. LOS ÁNGELES CUADRA 03 y 04. . . . .	65
5.1.5	RESUMEN DE RESULTADOS. . . . .	73
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>74</b>
	<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>	<b>75</b>

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Tipo de pavimentos de concreto simple. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	19
2.2	Pavimento de tipo concreto con pasadores. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	20
2.3	Pavimento de concreto reforzado con juntas. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	21
2.4	Pavimento de concreto reforzado con juntas continuo. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	21
2.5	Estructura típica de pavimento rígido. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	23
2.6	Esquema de falla denominada falla longitudinal. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	25
2.7	Fotografía de la presencia de falla real denominada "fisura longitudinal. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	26
2.8	Esquema de falla denominada "fisura de esquina. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	27
2.9	Fotografía de la presencia de falla real denominada " Fisura de esquina. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	28
2.10	Esquema de falla denominada "Losa subdividida. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	29
2.11	Fotografía de la presencia de falla real denominada "Fisura de losa subdividida. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	30
2.12	Esquema de falla denominada "fisura inducida. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	31
2.13	Fotografía de la presencia de falla real denominada " Fisura inducida. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	32
2.14	Esquema de falla denominada "Peladura de superficie. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	33
2.15	Fotografía de la presencia de falla real denominada " Peladura de superficie. <b>Fuente:</b> (AASHTO, 1993). . . . .	34

2.16	Esquema de falla denominada "Bache. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	35
2.17	Fotografía de la presencia de falla real denominada "Bache. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	36
2.18	Esquema de falla denominada " Despostillamiento. Fuente:(AASHTO, 1993).	37
2.19	Fotografía de la presencia de falla real denominada " Despostillamiento. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	38
2.20	Esquema de falla denominada "Parchados y reparaciones para servicio públicos. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	39
2.21	Fotografía de la presencia de falla real denominada " Parchados y reparaciones para servicios públicos. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	40
2.22	Unidad de muestreo de acuerdo al ancho y longitud de calzada. Fuente:(INGEPAV, Universidad de Colombia). . . . .	43

## ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Rango de daño denominada “Losa subdividida. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	29
2.2	Rango de severidad de la falla denominada “Bache. Fuente:(AASHTO, 1993). . . . .	35
2.3	Rango de calificación del PCI. Fuente:(INGEPAV, Universidad de Colombia). . . . .	42
4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Elaboración propia. . . . .	51
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Elaboración propia. . . . .	54
5.1	Valor deducido de grietas de esquina. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	58
5.2	Valor deducido de grietas lineales. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	58
5.3	Valor deducido de pulimiento de agregado. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	59
5.4	Valor deducido de parche grande. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	59
5.5	Valor deducido de parche pequeño. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	60
5.6	Valor deducido de descascaramientos de juntas. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	60
5.7	Valor deducido de descascaramientos de juntas. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	61
5.8	Valor deducido de grietas de retracción. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	61
5.9	Valor deducido de grietas de retracción. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	62
5.10	cálculo del CDV. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	63
5.11	cálculo del Índice de condición del pavimento. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	64
5.12	Valor deducido de grietas de retracción. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	65
5.13	Valor de descascaramientos de esquina. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	66
5.14	Valor de descascaramientos de juntas. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	66
5.15	Valor de parche pequeño. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	67
5.16	Valor de parche grande. Fuente:(Elaboración Propia). . . . .	67

5.17	Valor de pulimiento de agregados. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	68
5.18	Valor de grietas lineales. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	68
5.19	Valor de grietas en la esquina. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	69
5.20	Hoja de inspección de la muestra 2. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	70
5.21	Cálculo del CVD de la muestra 2. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	71
5.22	Cálculo del Índice de condición del pavimento. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	72
5.23	Resumen de resultados de la muestra 01 y 02. <b>Fuente:</b> (Elaboración Propia). . . . .	73



# I. INTRODUCCIÓN.

El crecimiento y desarrollo poblacional en la ciudad de Ayacucho conlleva a el aumento de la circulación de los vehículos por las avenidas y jirones trayendo como consecuencia el deterioro acelerado de los diferentes pavimentos y con ello la aparición de las diferentes patologías del pavimento, para lo cual se empleará la metodología PCI para medir el estado de Serviciabilidad en que se encuentra la avenida los ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray de la provincia de huamanga y departamento Ayacucho.

En la metodología PCI se establecen los diferentes tipos de daños. Para lo cual es de prioridad la implementación de estos métodos con el fin de dar un diagnóstico del desempeño del pavimento y así lograr identificar el estado en que se encuentra la avenida los ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia Huamanga departamento Ayacucho 2019. Con el proyecto de investigación se pretende obtener un resultado real y veraz determinando el índice de integridad estructural del pavimento rígido de la avenida los ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia Huamanga departamento Ayacucho 2019.

Al identificar las patologías existentes en la avenida los ángeles del distrito André Avelino Cáceres Dorregaray se llegó a plantear la siguiente problemática ¿En qué medida se podrá estimar el grado de daño patológico con la ayuda del método del PCI en la Avenida los ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia huamanga, departamento Ayacucho mayo 2019?.

- Para poder responder a las problemáticas presentadas se planteará los siguientes objetivos generales: se obtendrá el índice de integridad estructural del pavimento

rígido a partir de la aplicación del método PCI en la Avenida los ángeles distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho 2019” así como también los objetivos específicos: determinar el grado de daño patológico del pavimento rígido según el método en la Avenida los ángeles distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia huamanga, departamento Ayacucho 2019.

- Identificar las ventajas y desventajas del método utilizado en la Avenida los ángeles distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia huamanga, departamento Ayacucho 2019.
- Determinar las diferentes patologías y registrarlos de acuerdo al método PCI del pavimento rígido de la Avenida los ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray provincia huamanga, departamento Ayacucho 2019.

Así como también se justificará: La presente investigación con el objetivo de encontrar e identificar las diferentes patologías existentes en el pavimento para poder determinar el PCI del pavimento rígido que presenta la Av. Los Ángeles, del del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. Con ello se dará recomendaciones a las entidades responsables para su mantenimiento, rehabilitación de la estructura, por tal motivo los resultados de esta investigación servirán para plantea una evaluación, mediante determinación de áreas afectadas en los diferentes elementos que lo conforman con el fin de obtener los porcentajes de daños que presenten, los niveles de severidad y condición de servicio que presenta la infraestructura del pavimento regido.

Las posteriores tomas de decisiones tanto por los beneficiaros como autoridades que puedan intervenir. La metodología empleada es del Toda la investigación será del tipo descriptivo, no experimental, Describirá el estado del pavimento rígido mediante la observación, sin alterarla sus propiedades físicas y químicas.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.**

### **2.1 Antecedentes.**

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

EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO EMPLEANDO EL MÉTODO DE DEFLECTOMETRÍA EN EL AEROPUERTO DE HUAMANGA - AYACUCHO. Este trabajo servirá de modelo práctico para otras evaluaciones futuras de los aeropuertos a nivel nacional que nos permita obtener información confiable para notificar y publicar la condición actual de los mismos, los cuales podrán proveer a los jefes de aeropuertos de útiles herramientas para justificar oportunamente los trabajos de rehabilitación que requieren las pistas cuando están próximas al término de su vida útil o cuando son utilizadas por aeronaves de mayor peso que el del proyecto. Entonces, la evaluación de los pavimentos flexibles deberá abarcar las propiedades estructurales y características funcionales. Dicha evaluación se basa en procedimientos que han sido desarrollados por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos como respuesta a la necesidad de realizar rápidas evaluaciones, tanto funcionales como estructurales, con un mínimo de interferencia a las operaciones aeroportuarias. Con esta evaluación conjunta, entonces podremos comparar los resultados obtenidos, y ubicar las zonas en donde será necesario emprender trabajos de mantenimiento o de rehabilitación, además de obtener la capacidad de estos pavimentos para recibir cargas de aeronaves cuyo peso es mayor de 5,700 kg. Para la Evaluación Funcional, el Método del PCI (Índice de Condición de los Pavimentos), es el que actualmente se utiliza en aeropuertos a nivel mundial; el cual consiste en una evaluación visual de los

defectos de las superficies de los pavimentos, que luego del procesamiento de datos nos determina la condición actual de estos, representada esta condición por un valor numérico (PCI). Para la Evaluación Estructural se aplica la teoría de las deflexiones verticales (reflectometría) de un pavimento cuando se le somete a una carga. Para ello se realizaron ensayos de viga Benkelman. Una de las características obligadas de una pista de aterrizaje pavimentada es que ésta esté construida de modo que proporcione características de buen roce cuando se encuentre mojada. En otras disposiciones figuran especificaciones mínimas para la configuración de las superficies de las pistas y se reconoce en particular la necesidad de aplicar alguna forma de tratamiento superficial especial, si es que lo requiere. Por este motivo se hizo necesario realizar Ensayos de Macro textura para descartarse o aplicarse cualquier tipo de tratamiento de la superficie de las pistas. Finalmente, este trabajo intenta brindar un procedimiento detallado para el desarrollo y la evaluación de las condiciones de los pavimentos, además de los conocimientos necesarios para su total entendimiento y que nos sirva de modelo para la evaluación de otros aeropuertos [1].

EXAMINAR Y DIAGNOSTICAR LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN EL JR. SUCRE, DEL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2019. La estructura de la pavimentación está diseñada para soportar cierta carga producida por el tránsito, estas cargas y tensiones son generadas por las sollicitaciones externas del constante tránsito de vehículos que circula por una avenida o jirón. Cuando se sobrepasa las cargas de diseño el pavimento puede sufrir daños plásticos, por el mismo hecho de que estaría soportando un exceso de carga. Bueno con el presente trabajo de investigación tengo el objetivo de identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido en el que se encuentra el Jr. Sucre, de este modo tener como base de datos para con otras investigaciones e información para el municipio del distrito de Ayacucho para que pueda tomar medidas de solución a este foco de problemas; el

diseño de la investigación es no experimental con una investigación básica de nivel, aplicando el método de investigación cuantitativo. Se concluye que se logro examinar y diagnosticar las patologías del pavimento rígido en el jiron sucre, mediante 5 muestras con 20 losas cada una llegando a un punto de vista que el PCI promedio resulta **48.97** de condicion regular, por ende se debe de remplazar algunas de las losas y hacer el mantenimiento correctivo de las losas del pavimento rígido en el jiron Sucre [2].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA, PROVINCIA DE HUANTA, REGIÓN AYACUCHO, AGOSTO – 2016. La presente tesis, evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, determinando la obtención del índice de integridad estructural “PCI” y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos La Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016; cuyo objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado; para lo cual se tomó de base las investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación, que aportó a dar solución a la problemática de la investigación. Del mismo modo, la metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de campo para su evaluación y con un nivel de diseño de investigación no experimental, porque estudia el problema y analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio y transversal porque se analiza en el periodo de agosto 2016, finalmente se concluyó que los primeros 500 metros de la avenida Carlos La Torre Cortéz presentó un índice de integridad estructural de **34**, clasificado en la escala de gradación como un pavimento en estado

**MALO** [3].

AUSCULTACIÓN VISUAL DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL TRAMO PUENTE ALAMEDA DE VALDELIRIOS – ARCO DE RUDACCASA DEL DISTRITO DE CARMEN ALTO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, AGOSTO – 2016. En la investigación se realizó la auscultación visual de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido del tramo de la vía puente alameda Valdelirios – arco de Rudaccasa, del distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho; Con el objetivo de evaluar las patologías del concreto y obtener el índice de condición del pavimento rígido para conocer el estado de conservación actual de la infraestructura vial y proponer el tipo de intervención de reconstrucción o rehabilitación, para lograr el objetivo planteado de la tesis se aplicó la metodología de investigación del tipo descriptivo y analítica de diseño no experimental, siguiendo procedimientos de identificación, clasificación y evaluación de las patologías, a través de una inspección visual de las unidades de muestras, análisis de los registros de las patologías y el cálculo del índice de condición del pavimento; obteniéndose como resultado un valor numérico de  $PCI=33$ , lo cual nos permitió determinar que el estado de conservación actual del pavimento rígido es MALO. En el proceso de evaluación también, se identificaron los daños más frecuentes siendo, las grietas lineales, sello de junta y parche grande, en porcentajes de 69%, 55% y 29% respectivamente, y las patologías de mayor incidencia en el índice de condición del pavimento resultaron ser las losas divididas de alta severidad, media severidad y las grietas lineales de alta severidad, alcanzando valores individuales más altos de los valores deducidos (VAR) de 46, 45 y 31 respectivamente. Se concluye que Tomando en consideración los resultados de PCI de cada cuadra de las calles del tramo Puente Alameda de Valdelirios – Arco de Rudaccasa del distrito de Carmen Alto, se propone que desde la primera cuadra (1B), hasta el final de la cuarta cuadra de la Av. Carmen Alto (puente

alameda de Valdelirios), deben ser renovadas en su totalidad por construcción de nuevo pavimento rígido y a partir de la primera cuadra (1A) de la Av. Carmen Alto, más la primera cuadra de la Av. Perú y las cuatro cuerdas de la Av. Mariscal Cáceres, se debe intervenir con una rehabilitación y/o refacción [4].

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales.**

DETERMINACION Y EVALUACION DE LAS PATOLOGIAS EN EL CONCRETO DE PAVIMENTOS RIGIDOS, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO. Nos menciona que el distrito de San Juan Bautista se encuentra ubicado a 2800 m.s.n.m. en la ciudad de Ayacucho, se observa específicamente las pistas de concreto, no cuentan con presupuesto directo para Mantenimiento de su Infraestructura. Con el presente trabajo de investigación se llegó a determinar los estados de conservación de las Pistas del Distrito de San Juan Bautista, las cuales requieren de un mantenimiento rutinario, correctivo y preventivo. Para ello fue necesario determinar las patologías en las Pistas de concreto hidráulico, las mismas que serán muestras de inspección visual, para tomar datos y determinar el Índice de Condición de Pavimento a partir de sus patologías. Se concluye que que los pavimentos sufren grandes desperfectos por la mala ejecución y la calidad de los agregados de la zona y la inclemencia del tiempo y que el suelo tiene 11 bastante responsabilidad en dichas grietas, también que los datos de campo obtenidos sobre la capacidad portante del suelo de sub rasante (CBR), y de los cuales se dedujo un valor en media de 2.7, que tiene relación con el valor de 4 que se asumió por parte de la supervisión para diseñar la estructura del pavimento [5].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CUADRAS: 6,7,8,9 Y 10 DE LA AVENIDA AMAZONA, DISTRITO DE CALLERÍA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO – CIUDAD DE PUCALLPA – REGIÓN: UCAYALI – JULIO - 2018. El presente trabajo de investigación tiene como problema de investigación: ¿En qué medida la

determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de las cuadras: 6, 7, 8, 9 y 10 de la avenida Amazonas AA.HH José Carlos Mariategui - distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo y región Ucayali, nos permitirá conocer el nivel de severidad patológica que presentan los tramos mencionados? La metodología de la investigación empleada es descriptivo, no experimental y de corte transversal. Nivel de investigación, descriptivo, explicativo y correlacional. Su objetivo general es Determinar y evaluar las patologías del pavimento rígido de las cuadras: 6, 7, 8, 9 y 10 de la avenida Amazonas AA.HH José Carlos Mariategui - distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo y región Ucayali. Se concluye que los cinco tramos del pavimento rígido en estudio presentan patologías, siendo los más recurrentes pulimentos de agregados, daño de sello de junta y los daños menores son: grieta en esquina, Punzonamiento y descascaramiento de junta, desconchamiento, parcheo grande y parcheo pequeño, popouts, grieta lineal. El Nivel de severidad encontrado en las patologías analizadas es BAJO, el pavimento presenta un PCI BUENO de 67.1%. Esta investigación 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 las patologías del pavimento rígido [6].

EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE. En este trabajo se considera la situación problemática que se observa un constante deterioro, como el tránsito vehicular intenso, la falta de criterio y planeación (expediente técnico), no tomarse en cuenta cómo funciona el sistema de alcantarillado y otros problemas son las diferentes patologías como: Fisuras, Deformaciones, pérdida de capas estructurales, daños superficiales, entre otros que producen la pérdida del pavimento. Se justifica en la necesidad de conocer las patologías que tiene la estructura del pavimento asfáltico en la Avenida Los Tréboles del Distrito de Chiclayo, en



función a las deficiencias de los pavimentos. Tuvo como objetivos determinar el tipo de patologías del pavimento asfáltico, identificar los factores que perjudican de una forma directa al pavimento flexible, determinar el estado físico de la estructura del pavimento mediante calicatas, determinar las características de la Sub Rasante, Sub Base, Base, carpeta asfáltica y verificar de qué forma influye este problema en el ámbito social y económico. Las técnicas de investigación utilizadas fueron la observación, estudio de tráfico, ensayos de laboratorio y análisis de documentos. En el tipo de patologías del pavimento asfáltico se pudo encontrar las deficiencias superficiales como desgaste superficial en un 48% esto debido a la deficiencia de la carpeta de rodadura y su antigüedad, actualmente cuenta con un espesor de 5 cm. Esto se puede deducir del ensayo del lavado asfáltico que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Existe pérdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales. Se concluye que se determinó el tipo de patologías del pavimento asfáltico, las más comunes que se pueden encontrar vienen a ser deficiencias superficiales como desgaste superficial que representa un 48% esto debido a la deficiencia de la carpeta de rodadura y su antigüedad, actualmente cuenta con un espesor de 5 cm. Esto se puede deducir del ensayo del lavado asfáltico ya que se cuenta con bajos índices de contenido de asfalto. Existe pérdida del pavimento en su totalidad lo que es causado directamente por filtraciones de aguas residuales [7].

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA. En la actualidad, debido al aumento del parque automotor en Lima, los pavimentos se someten a más y mayores solicitaciones. Por lo cual es de gran importancia que los pavimentos presenten características mínimas como, ser resistente a las cargas durante su vida útil, proporcionarnos una circulación cómoda, eficiente y económica, tener un drenaje adecuado de tal forma que la transitabilidad sea permanente y segura, de tal modo que no afecte la durabilidad. Sin embargo, existen diferentes factores que producen fallas en el pavimento antes de cumplir su tiempo de vida útil, tales como, defectos constructivos, volúmenes de

transito no esperados, malos y/o nulos mantenimientos, cargas excesivas, etc. Por ello, la presente tesis aplicará la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI) con el cual se permite calificar al pavimento en un rango de valores que van de 0 a 100, mediante una inspección visual del tipo de daños, identificándolos, cuantificándolos y evaluando su nivel de incidencia sobre el pavimento. La metodología de la presente tesis es no experimental de tipo descriptiva, donde se analizará el tipo de daños, la severidad y cantidad o densidad del pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N1 a la cuadra N8 en el distrito de Barranco y la Av. Prolongación de La Castellana de la cuadra N°10 a la cuadra N°11 en el distrito de Surco. Se concluye que la sección se califica como un pavimento en mal estado y es probable que no tenga vida residual, La falla que mayor incidencia presentó en esta sección es la denominada piel de cocodrilo causada por fatiga. Las obras a ejecutar en esta sección son la reconstrucción total de la sección [8].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA RAMON ROMERO DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE - PIURA, NOVIEMBRE 2017. El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura; Considerando que los pavimentos contribuyen a facilitar nuestra movilización tanto vehicular como peatonal y le dan una agradable vista al lugar. Los pavimentos están formados por un conjunto de capas de material que cumple con las condiciones reglamentarias, para soportar las cargas del tránsito y la transmiten a los estratos inferiores en forma reducida. Los objetivos de esta investigación es: Identificar las patologías que se presentan en los pavimentos flexibles de la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, Determinar el Nivel o Grado de afectación de las patologías que se presentan en el pavimento en estudio y Obtener el estado actual y condición de servicio del pavimento flexible. Siendo el principal objetivo determinar y evaluar las patologías o fallas existentes en el pavimento flexible de la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, aplicando el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) atreves de la

inspección visual para determinar el índice de condición del pavimento, tomando como muestra 780.8 metros lineales, los que serán evaluados detalladamente para identificar las patologías existentes y lograr obtener el estado actual. La tesis se ha dividido en IX capítulos, detallando en el capítulo IV definiciones puntuales de pavimentos, clasificación, fallas o patologías más comunes, procedimiento del método del PCI. Se concluye que la Avenida Ramón Romero II etapa –Piura, lugar de estudio de la tesis en mención, las patologías que se pudieron encontrar donde el 74.64% es desprendimiento de agregados, el 1.32% es huecos, el 0.90% es abultamiento y hundimiento, el 0.71% es piel de cocodrilo, el 0.28% es ahuellamiento y el 0.08% es desnivel de carril o berma. Siendo la patología de mayor incidencia: desprendimiento de agregados con un: 74.64% y llegando a determinar que el estado actual del pavimento; es: muy malo. Finalmente se consideró necesario incluir algunas recomendaciones de acuerdo a las fallas presentes, aunque no estaba incluido en los objetivos de la tesis. [9].

EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE LOSAS CORTAS (TCP) EN PAVIMENTOS SEGÚN TENSIONES. En la presente investigación se desarrolló el estudio de las losas cortas TCP, para ello se realizó la recolección de información del material de préstamo, diseño de mezcla y resultados de resistencia de rotura del Concreto. Así mismo se realizaron cálculos para determinar los coeficientes de balasto  $k$  de la subbase según el Manual de carreteras (sección suelos y pavimentos) y las variaciones de temperatura con las fórmulas empleadas en EEUU las cuales están ajustadas a su realidad, pero para la presente investigación se usaron datos de la realidad de la región. Con ello se determinó los gradientes de temperatura  $c/cm$  positiva y negativa, y por último se realizó la distribución de cargas por eje del camión C3. Para el diseño TCP se verificó que las propiedades que deben de cumplir los materiales de préstamo es contener material fino menor o igual al 8% esto se logra cuando el material se encuentra dentro de la gradación A, la cantera analizada para el proyecto Villa San Cristóbal cumple con estas propiedades por ello fue considerado como apto para el presente diseño. Con todos los datos recabados

se realizaron los análisis con el software SAP 2000 encontrándose resultados de tensiones para el diseño TCP menores que al diseño de AASHTO ello se logró con la reducción de las dimensiones de las losas esto permitió que las ruedas o un set de ruedas actúen de manera independiente en cada losa lo cual no ocurre en el AASHTO. Estas reducciones de tensiones permitieron reducir los espesores en 3 cm con ello se logro obtener tensiones semejantes a los obtenidos en losas tradicionales. En cuanto a deformaciones por carga resultaron ser mayores, mientras para las deformaciones por alabeo resultaron ser menores a los obtenidos por diseño tradicionales, basándose en la información recopilada, el análisis de ésta y el diseño comparativo planteado en un tramo de prueba, se puede concluir que el empleo del diseño **TCP** en los pavimentos es relativamente nueva, si bien hay experiencias en los países de Chile, Guatemala y algunas obras privadas en Perú. A pesar de ello en nuestro medio aún no es de conocimiento masivo. El alto rendimiento de colocación y la economía lograda frente a los Pavimentos de concreto convencional, debido a la reducción de espesores con la misma vida útil como se demostró en la investigación, hacen del diseño TCP una alternativa potencial de aplicación [10].

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL JIRÓN TARMA, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, REGIÓN JUNÍN, ENERO – 2019. La presente investigación pretende determinar el Índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de los Pavimentos rígidos del jirón Tarma, a partir de la identificación y evaluación de las patologías presentes en dicha infraestructura. Para el recojo de información la muestra fue dividida en seis unidades, en el que se utilizaron fichas técnicas de evaluación propuestos en el Manual técnico: Pavement Maintenance Management, y el Pavement Condition Index (PCI). Se concluye que de las seis unidades de muestra uno tiene condición operacional de Bueno, uno Regular, dos Malo y dos Muy Malo. Las

patologías del concreto con mayor incidencia fueron, Daño del sello de la junta (28.25%) y Pulimento de agregados (29.59%); finalmente se concluye que el jirón Tarma tiene un Índice de integridad estructural general (PCI) igual a **36.59** y una condición operacional de un pavimento **MALO** [11].

**ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL USO DE GEOMALLAS COMO REFUERZO DE BASES GRANULARES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.** La presente investigación consiste en el análisis del uso de geosintéticos, en específico las geomallas, como refuerzo de bases granulares dentro de una estructura de pavimento flexible, lo que se busca es determinar si son una alternativa económicamente viable sin disminuir la capacidad estructural de la vía proyectada en el proyecto analizado. Con este propósito se realizó un diseño de tres alternativas bajo los mismos parámetros de diseño: la primera alternativa es una sección convencional o no reforzada; mientras que las dos alternativas adicionales consisten en secciones reforzadas con geomallas biaxiales y multiaxiales respectivamente. Para obtener un diseño alternativo óptimo es necesario conocer las propiedades de las geomallas disponibles en el mercado actualmente, para ello se hizo una clasificación de las mismas y se mostraron sus aplicaciones típicas. Concluyendo que se describieron los mecanismos de refuerzo relacionados con el uso de geomallas dentro de estructuras de pavimento y los beneficios que estos permiten lograr. De acuerdo al análisis realizado de las diferentes secciones estudiadas podemos concluir lo siguiente: los espesores de las secciones no reforzadas son mayores en todos los casos a los espesores obtenidos en las secciones reforzadas (tanto con geomallas biaxiales como con multiaxiales). Esta diferencia es, en promedio, de alrededor de un 35%, para el caso de las secciones reforzadas con geomallas biaxiales; mientras que llega a ser casi un 45%, en promedio, para el caso del refuerzo con geomallas multiaxiales [12].

**APLICACIÓN DE TELÉFONOS INTELIGENTES PARA DETERMINAR LA RUGOSIDAD DE PAVIMENTOS URBANOS EN LIMA.** La presente investigación se basa en la aplicación para medir la rugosidad con teléfonos inteligentes

Roadroid, presenta una alternativa confiable con grandes beneficios técnicos y económicos si se le comparada con los métodos más usados hoy en día en carreteras. Por el lado técnico, la clasificación por precisión del IRI calculado es de clase 2 según el Banco Mundial, igual de precisa que los instrumentos más utilizados en la actualidad como por ejemplo los perfilómetros laser. Económicamente se pueden reducir los costos en más de un 80% por cada análisis de rugosidad, sin contar los beneficios extra con los que esta cuenta como por ejemplo el no necesitar mantenimiento y poseer una muy baja devaluación en el tiempo. Roadroid cuenta con herramientas que permiten generar informes y realizar un control de rugosidad de manera clara, didáctica y efectiva. Concluyendo que la aplicación móvil traslada los resultados a una plataforma virtual donde cuenta con automatizaciones que agilizan el trabajo de gabinete, generando gran eficiencia al poder realizar mayores kilómetros de análisis a precios más bajos generando un importante valor agregado. Respecto a la norma peruana para pavimentos urbanos CE.010 podemos concluir que es totalmente flexible en cuanto al control de rugosidad. Solo estipula un límite máximo objetivo para vías expresas de 2.5 m/km, más allá de este caso particular no estipula ningún límite proponiendo que la rugosidad de un pavimento debe ser pactada entre el cliente y el constructor [13].

### **2.1.3 Antecedentes Internacionales.**

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO - SURCO – LIMA. El presente trabajo de investigación da la iniciativa de utilizar las metodologías de conservación y mantenimiento VIZIR y PCI en la estructura del pavimento del tramo de vía estudiado, se centra en mejorar la calidad del estado vial de la UPZ yomasa teniendo en cuenta que estas metodologías se emplean en las principales vías de la infraestructura vial del país, se realizó un trabajo de investigación a través del proyecto estudiantil de la Universidad Católica de Colombia en la UPZ Yomasa. Se concluye que El PCI está diseñado para inspeccionar

visualmente el estado de pavimentos asfálticos e hidráulicos. Es por ello que al momento de analizar la Av. Pedro de Osma, no pudo aplicarse el método por ser una avenida construida de pavimento mixto. Es por ello que a pesar de ser el método más eficaz y rápido en la actualidad, debe conocerse adecuadamente sus limitaciones para no caer en errores. A pesar de no haber aplicado el PCI, en base a la experiencia, se puede inferir que la sección izquierda está totalmente deterioradas y sería necesaria una reconstrucción total de la sección. Las secciones central y derecha únicamente necesitarían un mantenimiento rutinario, debido a que no presentan un porcentaje significativo de fallas estructurales [8].

**DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.** El presente trabajo de investigación hace una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de pistas y las posibles causas que produjeron deterioros en las pistas materia de la investigación, así como 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. Además, muestra la conservación de pavimentos aplicado al sector 1 y 2 de Valdivia donde se verán los tipos de fallas ocurridas y la correcta solución de conservación que se le deberá aplicar. El investigador concluye que con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante, también que aún no se toma verdadera conciencia de que hacer, la mantención o conservación de la pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más serviciabilidad y confortabilidad a los conductores [14].

**APLICACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS DE DIAGNÓSTICO PARA LA CONSERVACIÓN Y**

MANTENIMIENTO DEL TRAMO PR 00+000 – PR 01+020 DE LA VÍA AL LLANO (DG 78 BIS SUR – CALLE 84 SUR) EN LA UPZ YOMASA. En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo una inspección visual reportando daños encontrados en los formatos respectivos de cada metodología para realizar un análisis detallado de la vía al llano que se encuentra en la UPZ Yomasa entre la Dg. 78 Bis Sur con Calle 84 Sur en el kilómetro (PR 00+000) hasta el kilómetro (PR 01+020), la cual está en condiciones óptimas para la aplicación del proyecto, se brindará información según los parámetros y criterios de las metodologías empleadas VIZIR (francés) y PCI (americano) donde a través de la comparación de estas metodologías se determinó el estado de la capa de rodadura asfáltica del tramo de vía estudiado, obteniendo información para determinar las ventajas y desventajas de las metodologías aplicadas, encontraremos las formula, tablas y parámetros empleados por cada metodología para la determinación del estado de la condición del pavimento del tramo de vía estudiado. El autor concluye que Las metodologías empleadas VIZIR y PCI para llevar a cabo la evaluación de la condición del pavimento Son muy diferentes en sus parámetros de evaluación, VIZIR es una metodología más sencilla, de mejor entendimiento y de mayores facilidades a la hora de su aplicación ya que establece un grado de castigo más práctico, establece una diferencia entre los daños Tipo A que son fallos estructurales y los daños Tipo B los cuales son fallos funcionales, las clasificaciones obtenidas de las unidades de muestreo difieren un poco entre ambas metodologías por lo anteriormente explicado [15].

ESCURRIMIENTO EN PAVIMENTOS DE BLOQUES DE SUELO-CEMENTO: UN ABORDAJE EXPERIMENTAL. La presente investigación con el aporte de ingenieros de Brasil, evalúa la reducción del escurrimiento superficial en pavimentos construidos con bloques rectangulares de suelo-cemento. Los ensayos fueron realizados en un pavimento piloto con bloques de suelo-cemento, asentados en una caja metálica de 50 cm 50 cm (área = 2500 cm<sup>2</sup>), con pendientes de 1, 3 y 5%. Se utilizaron intensidades medias de 76.9 mm/h y 117.7 mm/h, valores próximos a



las intensidades calculadas por la curva intensidad-duración-frecuencia (i-d-f) de la ciudad del Salvador, Brasil, para tiempo de retorno de 2 y 5 años, respectivamente. El coeficiente de escurrimiento medio fue  $C = 0.61$ , este valor es cercano al coeficiente de pavimento con bloques rectangulares ( $C = 0.6$ ) y es inferior al valor del coeficiente de pavimento de bloque de concreto ( $C = 0.78$ ). Se concluye que si consideramos que las áreas mayores que  $2500\text{cm}^2$  son compuestas por el acoplamiento de unidades de área de 50 50 centímetros, entonces, las pérdidas por salpicamiento forman parte del escurrimiento superficial, obteniendo el coeficiente  $C_{\text{superficial+salpicamiento}}$ , el cual presentó valores en la faja de 0.74 a 0.89; estos valores se encuentran cerca del coeficiente de pavimento de bloque de cemento ( $C = 0.78$ ) y son inferiores al de pavimento de concreto ( $C = 0.95$ ) [16].

EL INVENTARIO, EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS DE LAS VÍAS INTERNAS DE LA CIUDADELA UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. La presente investigación se enfoca en presentar una propuesta técnica de mejoramiento que recupere su serviciabilidad y garantice la comodidad de circulación dentro del campus universitario. La evaluación de pavimentos incluye evaluaciones funcionales y estructurales a través de las metodologías del Índice de condición del pavimento (PCI), Índice de rugosidad internacional (IRI) y extracción de calicatas. Se concluyó que la necesidad de intervenir una gran parte de la red vial interna de la Ciudadela Universitaria de acuerdo a las necesidades de cada tramo, para lo que se proponen rediseños, actividades de mantenimiento, reparación o rehabilitación de los pavimentos, evaluando la conveniencia técnica y económica de estas medidas [17].

## **2.2 Marco teórico.**

### **2.2.1 Pavimento.**

La Norma CE-010 Pavimentos Urbanos (SENCICO), nos indica que El pavimento es una estructura compuesta por conjuntos de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Serviciabilidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vías [18].

#### **2.2.1.1 Clasificación de los pavimentos.**

La Norma CE-010 de Pavimentos Urbanos (SENCICO), nos da la siguiente clasificación de los pavimentos [18]:

**A. Pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos).** Es el pavimento que tiene superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades (concreto asfáltica mezcla en caliente, concreto asfáltica mezcla en frío, mortero asfáltico, tratamiento asfáltico, micropavimento, etc.), compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth®), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante [18].

**B. Pavimentos semi-flexibles.** (MINISTERIO DE VIVINEDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO , 2017)Es el pavimento cuya capa de rodadura estuvo tradicionalmente conformada por unidades de piedra, madera o arcilla cocida. En

la actualidad se utilizan unidades de concreto colocadas sobre una capa de arena, rellenando los espacios entre ellas con arena, para proveerles de trabazón. De la misma manera que los pavimentos asfálticos tienen una base y además pueden tener una sub-base. Su comportamiento se puede considerar como semi-flexible [18].

**C. Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico).** Este pavimento está compuesto de concreto de cemento hidráulico en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, concreto compactado con rodillo, etc) [18].

El pavimento rígido se clasifica de la manera que sigue [19]:

**a. Pavimento de concreto simple sin pasadores.** Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto [19].

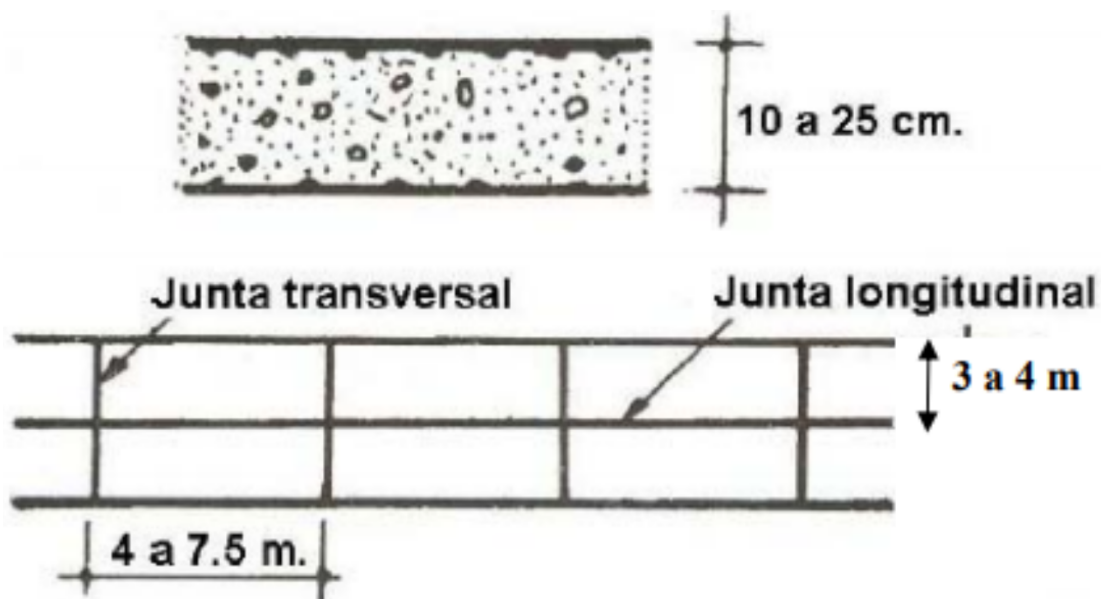


Figura 2.1: Tipo de pavimentos de concreto simple.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**b. Pavimento de concreto con pasadores.** Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos verticales diferenciales (escalonamientos) [19].

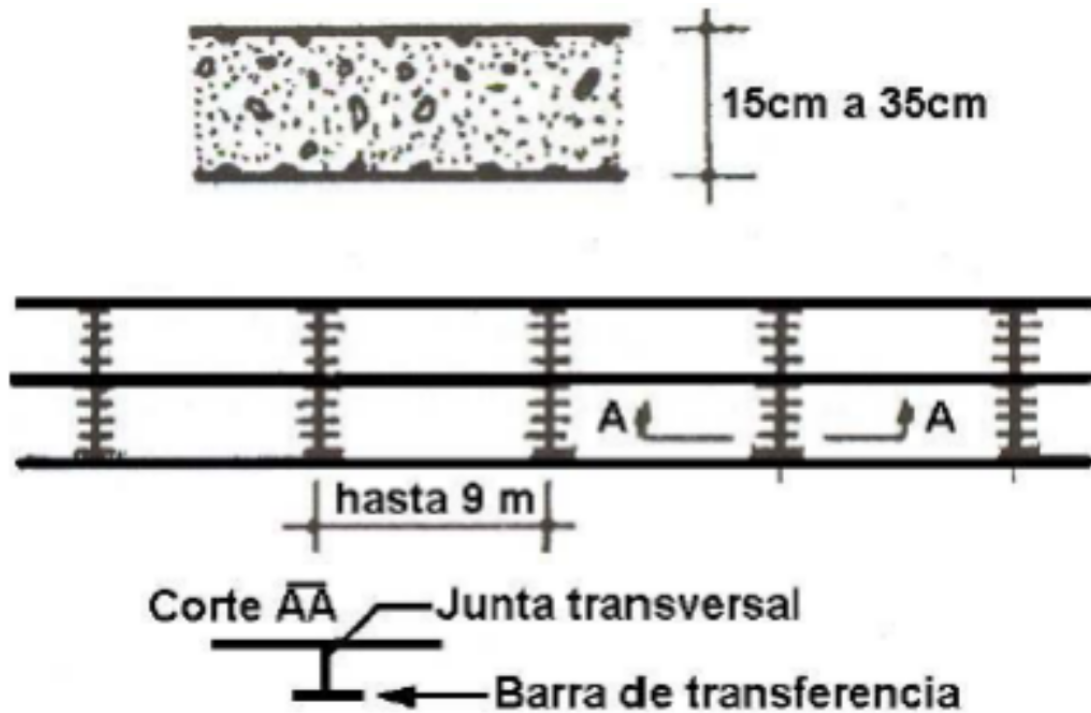


Figura 2.2: Pavimento de tipo concreto con pasadores.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**c. Pavimentos de concreto reforzado con juntas.** Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas [19].

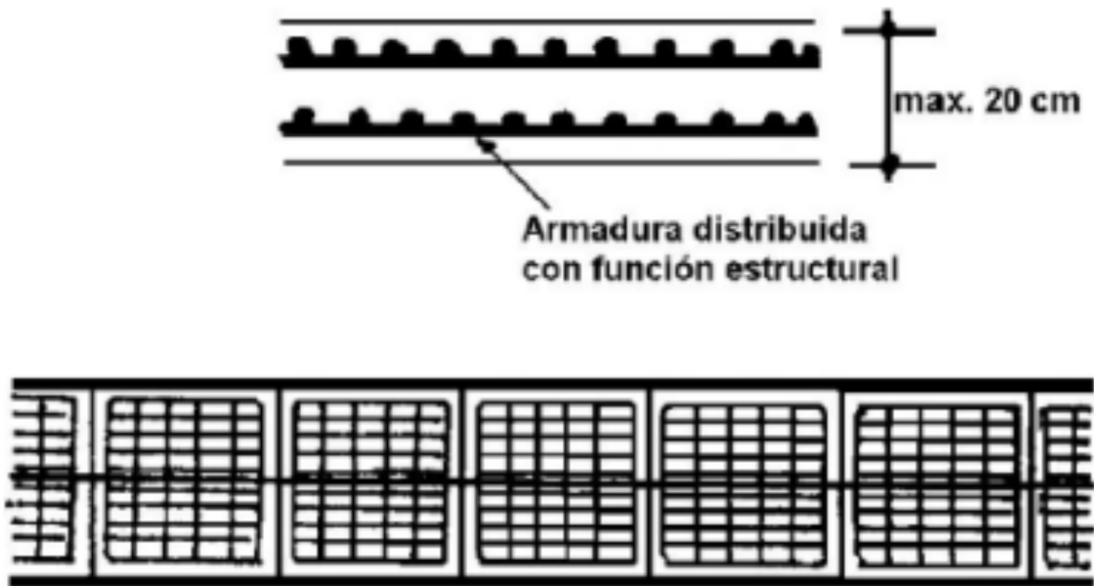


Figura 2.3: Pavimento de concreto reforzado con juntas.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**d. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo.** Éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento [19].

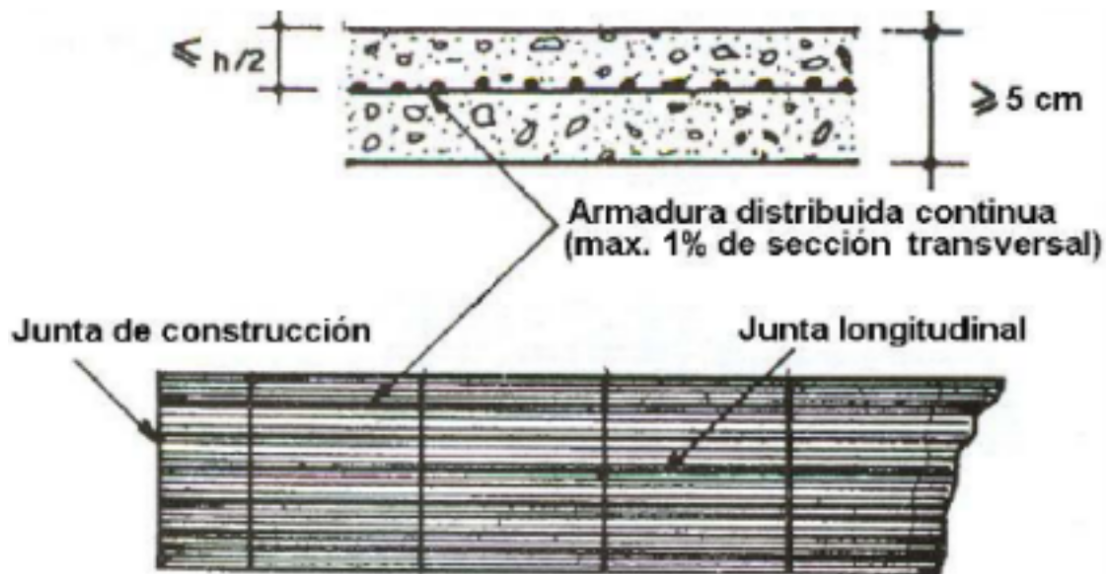


Figura 2.4: Pavimento de concreto reforzado con juntas continuo.

Fuente:(AASHTO, 1993).

### 2.2.1.2 Funciones de las capas de un pavimento.

La función de las capas del pavimento son las siguientes [20]:

**A. Subrasante.** Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante [20].

**B. Subbase.** Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles [20].

**C. Superficie de rodadura.** Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de

la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento [20].

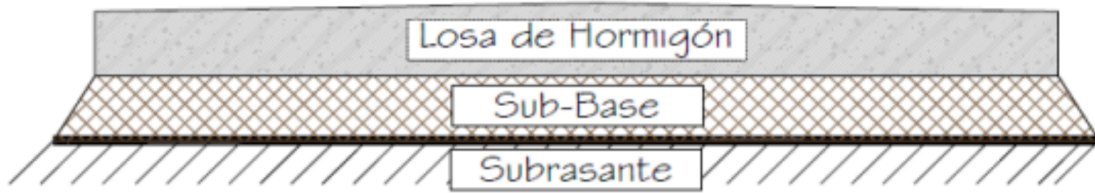


Figura 2.5: Estructura típica de pavimento rígido.

Fuente:(AASHTO, 1993).

### 2.2.1.3 Evaluación del pavimento.

Las evaluaciones funcionales y estructurales determinan los deterioros presentes en el pavimento, dependiendo del tipo de pavimento, se realizará diferentes tipos de estudio de su estructura. Los factores agresivos de mayor influencia en el desgaste de un pavimento son: agua, tráfico, clima. El mal drenaje del agua en la carretera y las cargas repetitivas de tráfico sobre la misma, ponderan daños permanentes en el pavimento [20].

### 2.2.1.4 Patología en pavimentos.

Los daños en los pavimentos se deben a múltiples causas, entre las cuales se encuentran las que son causadas debido a la mala calidad de las mezclas del concreto, por los procesos constructivos, ya sean los áridos de base o subbase, y por los procesos constructivos como también a agentes externos como los factores climáticos, entre otros [20].

**A. Fallas de Superficie.** Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada. La corrección de estas fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad [20].

**B. Fallas estructurales.** Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de solicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos. Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado [20].

### 2.2.1.5 Manual de daños para la evaluación del pavimento rígido.

Los daños que llega a presentar el pavimento rígido son los siguientes [21]:

#### A. Fisura longitudinal.

**a. Descripción.** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos [21].

**b. Posibles causas.** Son causadas por la repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y sus juntas longitudinales. Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y losas, con relación ancho, longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales [21].

**c. Niveles de severidad.** Se definen tres niveles de severidad (leve, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía [21]:

- **L (Leve):** existen algunas de las condiciones siguientes:
  - Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
  - Fisuras selladas de cualquier ancho, con el material de sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y dislocamiento.



- **M (Mediano):** existen algunas de las condiciones siguientes:
  - Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
  - Fisuras de hasta 10 mm de ancho acompañadas de despostillamiento y dislocamiento de hasta 10 mm.
  - Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria, despostillamiento y dislocamiento menor de 10 mm.
  
- **A (Alto):** existen algunas de las condiciones siguientes:
  - Fisuras de ancho mayor de 10 mm.
  - Fisuras selladas o no, de cualquier ancho, con despostillamientos severos y dislocamiento mayor de 10 mm.

**d. Medición:** Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede ser medida. En metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra. En términos de número de losas afectadas, totalizando el número de estas que evidencien fisuras longitudinales. Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante [21].

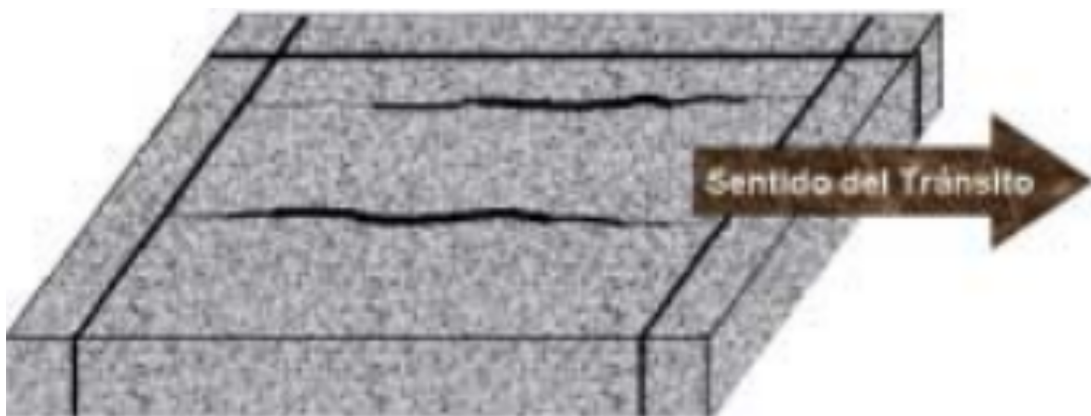


Figura 2.6: Esquema de falla denominada falla longitudinal.  
Fuente:(AASHTO, 1993).

**e. Esquema**



Figura 2.7: Fotografía de la presencia de falla real denominada "fisura longitudinal."  
Fuente:(AASHTO, 1993).

#### **f. Foto**

### **B. Fisura de esquina.**

**a. Descripción.** Es una fisura que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Las fisuras de esquina se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa [21].

**b. Posibles causas.** Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto) combinadas con la acción drenante, que debilita y erosiona el apoyo de la fundación, así como también por una deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece el que se produzcan altas deflexiones de esquina. La presencia de arenas angulosas sueltas, muy próximas a la pista, hace que aumente la abrasión de las llantas que ascienden y descienden del pavimento, provocando peladuras severas que pueden conducir a la desintegración [21].

**c. Niveles de severidad.** Se definen tres niveles de severidad (Leve, Mediano y Alto) considerando la severidad misma de la fisura que la origina, como el estado del pavimento comprendido por la misma y los bordes de la losa, de acuerdo a la siguiente guía [21]:

- **L (Leve):** el Fracturamiento es definido por una fisura de severidad baja y el área entre ésta y las juntas no se encuentra fisurado o bien hay alguna pequeña fisura.”
- **M (Mediano):** el Fracturamiento es definido por una fisura de severidad moderada y el área entre ésta y las juntas se encuentra medianamente fisurada.
- **A (Alto):** el Fracturamiento es definido por una fisura de severidad alta y el área entre ésta y las juntas se encuentra muy fisurada o presenta hundimientos.

**d. Medición.** Las fisuras de esquina son medidas contando el número total que existe en una sección o muestra, generalmente en término de número de losas afectadas por una o más fisuras de esquina. Se contabiliza como una losa cuando ésta: Contiene una única fisura de esquina; Contiene más de una fisura del mismo nivel de severidad; Contiene dos o más fisuras de diferentes niveles de severidad; En este caso se registra el nivel de severidad correspondiente a la más desfavorable [21].

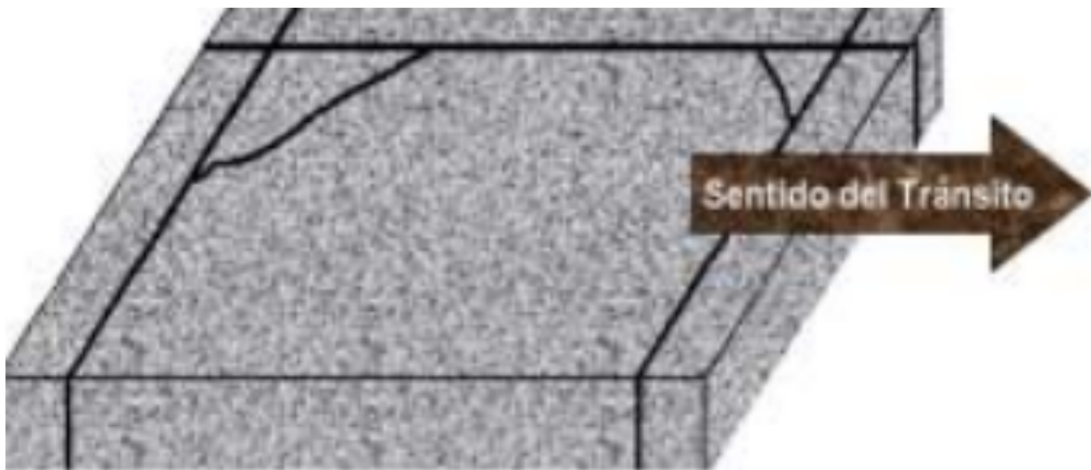


Figura 2.8: Esquema de falla denominada "fisura de esquina.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**e. Esquema.**



Figura 2.9: Fotografía de la presencia de falla real denominada " Fisura de esquina.  
Fuente:(AASHTO, 1993).

**f. Foto.**

**C. Losa subdividida.**

**a. Descripción.** Fracturamiento de la losa de concreto conformando una malla amplia, combinando fisuras longitudinales, transversales y diagonales, subdividiendo la losa en cuatro o más planos [21].

**b. Posibles causas.** Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa. Cuando no se toman medidas preventivas o correctivas oportunas, las " Losas Subdivididas" se degeneran en "Fisuras en Bloque" [21].

**c. Niveles de severidad.** Se definen tres niveles de severidad (Leve, Mediano, Alto) en base a la severidad de la fisura que detienen la malla y el número de paños en que queda dividida la losa, de acuerdo a la siguiente tabla 2.1:

CLASE	NIVEL DE SEVERIDAD	Nº DE PAÑOS EN QUE SE DIVIDE LA LOSA
L	Leve	4 o 5
M	Mediano	De 6 a 8
A	Alto	Más de 8

Tabla 2.1: Rango de daño denominada "Losa subdividida.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**d. Medición.** Se miden contando la cantidad total que existe en una sección, en términos del número de losas afectadas según su severidad. Si se registró como de severidad mediana a alta, no se cuenta otros daños que pudieran evidenciar la losa. El registro se lleva separadamente para cada nivel de severidad [21].

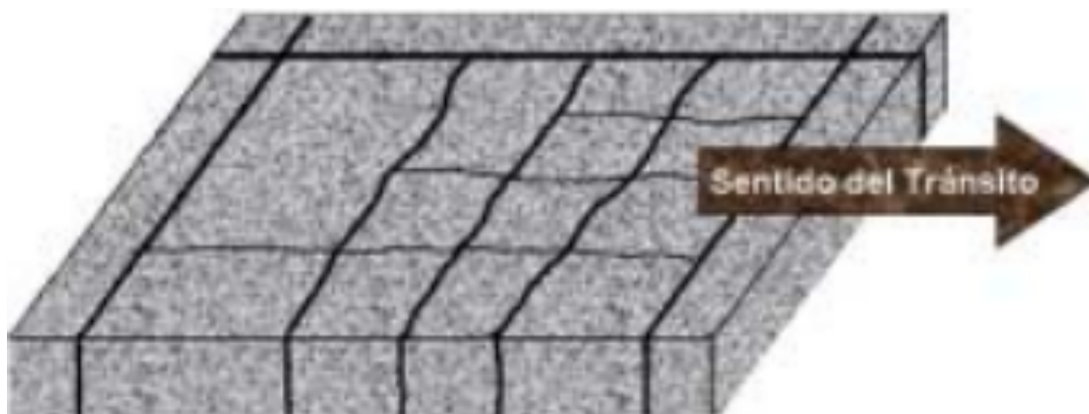


Figura 2.10: Esquema de falla denominada "Losa subdividida.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**e. Esquema.**



Figura 2.11: Fotografía de la presencia de falla real denominada "Fisura de losa subdividida."  
Fuente:(AASHTO, 1993).

#### **f. Foto**

### **D. Daño del sello de juntas.**

**a. Descripción.** Es cualquier condición que permite que el suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y pueda resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta [21].

**b. Posibles causas.** Las causas posibles que pueda presentar esta patología son: el desprendimiento del sellante de la junta, crecimiento de vegetación, endurecimiento del material llenante (oxidación) pérdida de adherencia a los bordes de la losa y falta o ausencia del sellante en la junta [21].

**c. Niveles de severidad.** Se establecen tres niveles de severidad (leve, mediano, alto) considerando ancho, condición y estado de los bordes de la fisura, de acuerdo con la siguiente guía [21]:

- **L (Leve):** el sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- **M (Mediano):** esta en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.
- **A (Alto):** esta en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

**d. Medición.** No se registra losa por losa si no que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área [21].



Figura 2.12: Esquema de falla denominada "fisura inducida.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**e. Esquema.**

**f. Foto .**

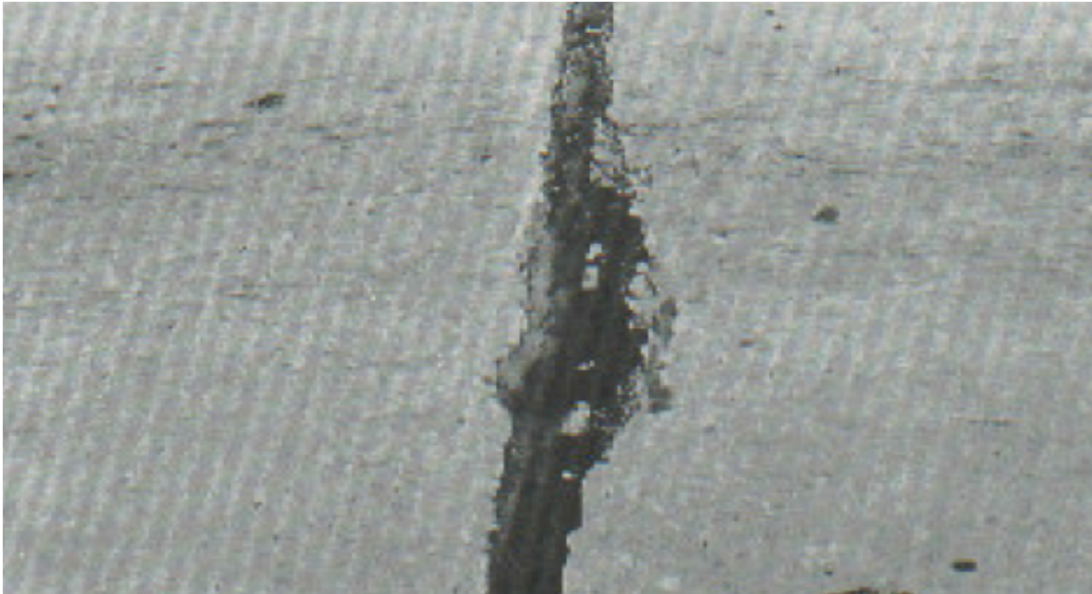


Figura 2.13: Fotografía de la presencia de falla real denominada " Fisura inducida.

Fuente:(AASHTO, 1993).

**E. Pulimiento de agregado.**

**a. Descripción.** Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del concreto, provocando una superficie de rodamiento rugosa y eventualmente pequeñas cavidades [21].

**b. Posibles causas.** Son causadas por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso, etc) [21].

**c. Niveles de severidad.** Se diferencian tres niveles de severidad (Leve, Mediano y Alto) según la magnitud de los desprendimientos, de acuerdo con la siguiente guía [21]:



- **L (Leve):** pequeñas peladuras muy superficiales, puntuales o concentradas en pequeñas áreas, como remiendos.
- **M (Mediano):** peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.
- **A (Alto):** peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie muy rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

**d. Medición.** Se miden en términos de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla, se registra como una losa con su grado de severidad correspondiente. Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección para cada nivel de severidad [21].

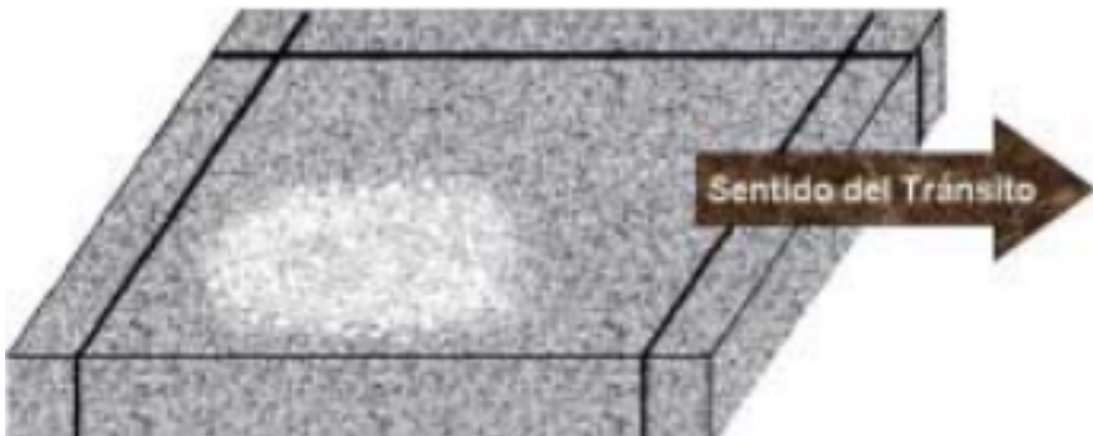


Figura 2.14: Esquema de falla denominada "Peladura de superficie."  
Fuente:(AASHTO, 1993).

**e. Esquema.**

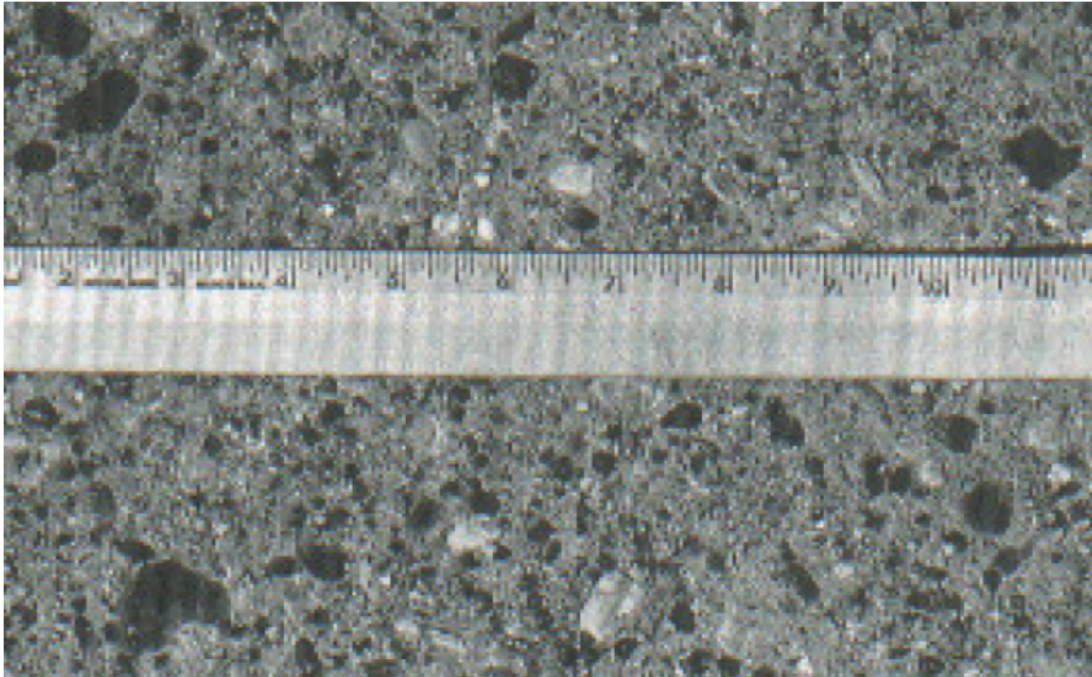


Figura 2.15: Fotografía de la presencia de falla real denominada "Peladura de superficie."  
Fuente:(AASHTO, 1993).

#### **f. Foto**

### **F. Bache.**

**a. Descripción.** Descomposición o desintegración de la losa de concreto y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares [21].

b. Posibles causas:

(JORGE, 2000). "Los baches se producen por conjunción de varias causas: fundaciones y capas inferiores inestables; espesores del pavimento estructuralmente insuficientes; defectos constructivos; retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas. La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache."

c. Niveles de severidad:

(JORGE, 2000). "Se definen tres niveles de severidad (Leve, Mediano, Alto) en

función del área afectada y de la profundidad del bache, asociada ya sea a hundimientos como a la pérdida de material, de acuerdo a la siguiente tabla 2.2:”

PROFUNDIDAD MÁXIMA (Cm)	DIAMETRO PROMEDIO DE BACHE (cm)		
	Menor a 70	70 a 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	L	L	M
De 2.5 a 5.0	L	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Tabla 2.2: Rango de severidad de la falla denominada “Bache.  
Fuente:(AASHTO, 1993).

d. Medición:

(JORGE, 2000). Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

- a) Contando el número de baches por cada nivel de severidad y registrando estos separadamente, y b) Computando éstos en metros cuadrados de superficie afectada, registrando separadamente las áreas, según su nivel de severidad.

e. Esquema

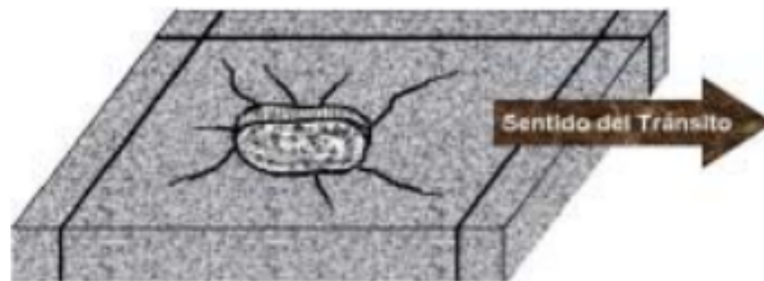


Figura 2.16: Esquema de falla denominada ”Bache.  
Fuente:(AASHTO, 1993).

f. Foto



Figura 2.17: Fotografía de la presencia de falla real denominada "Bache.

Fuente:(AASHTO, 1993).

## 7. Despostillamiento

### a. Descripción:

(JORGE, 2000). "Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.60 metros de una junta o una esquina y generalmente no se extiende más allá de esa distancia. Además, no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que intersectan la junta en ángulo."

### b. Posibles causas:

(JORGE, 2000). "Los despostillamiento se producen como consecuencia de diversos factores que pueden actuar aislada o combinadamente; excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por las cargas del tránsito y por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva distribución durante la ejecución de la junta; deficiente diseño o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas."

### c. Niveles de severidad:

(JORGE, 2000). "Se definen tres niveles de severidad (Leve, Mediano y Alto) combinando el estado de las "piezas" que se forman por el Fracturamiento en contacto

con la junta, así como el ancho y longitud afectadas, de acuerdo con la siguiente guía:”

- L (Leve) Pequeños Fracturamiento, que no se extienden más de 8 cm a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar. - M (Mediano) Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 25 mm. - A (Alto) Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 8 cm a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 25 mm.

d. Medición:

(JORGE, 2000). “Se miden contando y registrando el número de juntas afectadas con cada nivel de severidad, expresándolos en términos de números de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes premisas:”

“Si el despostillamiento afecta un solo borde de la losa se controla como una losa con despostillamiento.” Si el despostillamiento se observa en más de un borde de la misma losa se registra como una losa indicando el nivel de severidad correspondiente al borde más dañado.

e. Esquema



Figura 2.18: Esquema de falla denominada "Despostillamiento".

Fuente:(AASHTO, 1993).

f. Foto

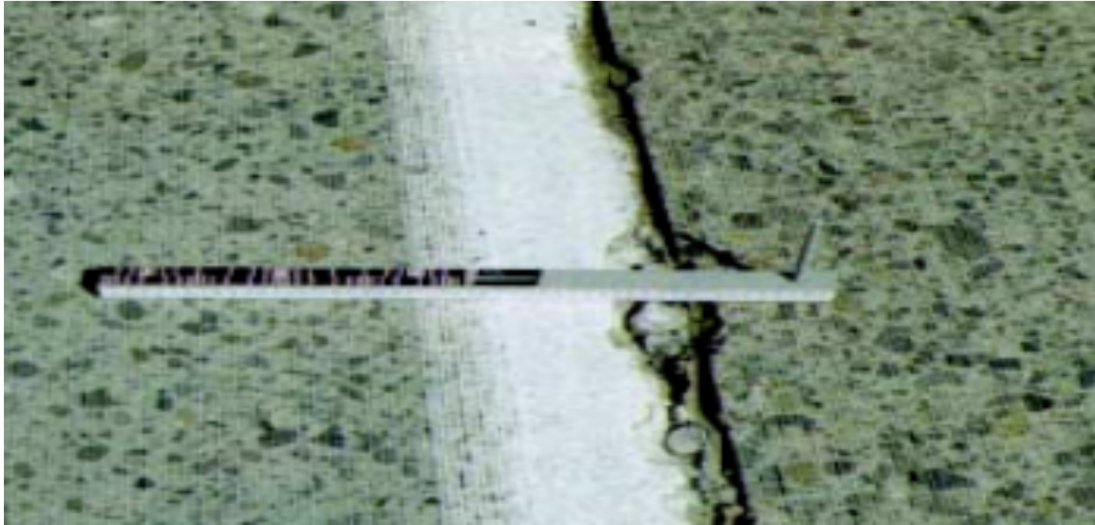


Figura 2.19: Fotografía de la presencia de falla real denominada "Despostillamiento".  
Fuente:(AASHTO, 1993).

## 8. Parchados y reparaciones para servicios públicos

### a. Descripción:

(JORGE, 2000). "Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parchado por reparación de servicios públicos es un parche que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo. Los parchados disminuyen la servicialidad de la pista, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una carretera, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parchados, por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Si bien los parches por reparaciones en servicios públicos se deben a causas bien diferentes, los niveles de severidad se definen en forma idéntica."

### b. Niveles de severidad:

(JORGE, 2000). Se definen tres niveles de severidad (Leve, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

- L (Leve) El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro
- M (Mediano) El parche se encuentra moderadamente deteriorado: se evidencia

un moderado deterioro o descascamientos alrededor de sus bordes y existe un pequeño desnivel con el pavimento continuo; si se presentan daños en su interior, éstos afectan su superficie. - A (Alto) El parche está severamente dañado. La extensión o importancia de estos daños indican una condición de falla, siendo el reemplazo del parche necesario.

c. Medición

(JORGE, 2000) “Se miden contando separadamente según su nivel de severidad, el número de losas afectadas en una determinada sección o muestra, de acuerdo a las siguientes premisas: Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa conteniendo esa falla. Si una losa tiene parches con más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad observado.”

d. Esquema.

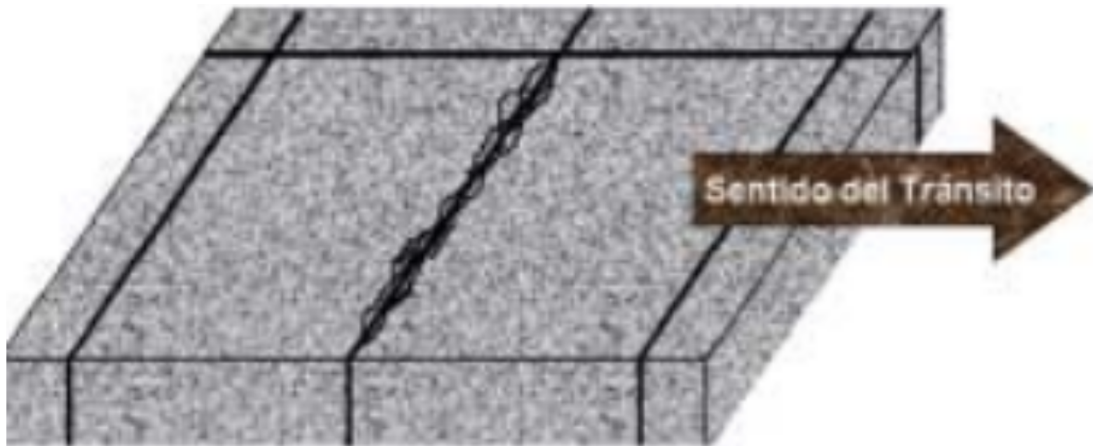


Figura 2.20: Esquema de falla denominada "Parchados y reparaciones para servicio públicos.  
Fuente:(AASHTO, 1993).

f. Foto.



Figura 2.21: Fotografía de la presencia de falla real denominada ” Parchados y reparaciones para servicios públicos.

**Fuente:**(AASHTO, 1993).

### 2.2.3 Índice de condición del pavimento(PCI)

(RICARDO, 2006): “Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concretos en Carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, abril de 2006”. Nos dice que: El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema. 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. 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 cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad



y cantidad de cada daño presente, el PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.”

#### 2.2.3.1 Objetivo del PCI

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI) Para Pavimentos Asfálticos y de Concretos en Carreteras, traducido por el Ing. Luis Ricardo Vásquez, abril de 2006”.

Los objetivos que se persiguen con la aplicación del Método PCI son:

Determinar el estado de un pavimento en términos de su integridad estructural y su nivel de servicio. Obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme la condición y comportamiento de los pavimentos. Obtener un criterio racional para justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. Obtener información relevante de retroalimentación respecto del comportamiento de las soluciones adoptadas en el diseño, evaluación y criterios de mantenimiento de pavimentos.

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”, 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 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

En la tabla 2.3 se presenta los diferentes rangos con una descripción cualitativa de la condición o estado de pavimento que le corresponde. El cálculo de este índice se basa en la obtención de unos resultados de acuerdo a una inspección visual de la condición del pavimento de superficie de rodadura en concreto portland para el proyecto que nos comete el siguiente trabajo, en el cual se establece el tipo, severidad y cantidad del daño. Este índice de condición del pavimento se desarrolló para dar una integridad estructural al pavimento y la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenidas ofrece una percepción clara de las causas de los

daños y su relación con las cargas o con el clima.

<b>RANGO DE CALIFICACION DEL PCI</b>	
<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 2.3: Rango de calificación del PCI.

Fuente:(INGEPAV, Universidad de Colombia).

#### 2.2.3.2 Calculo del PCI de las unidades de muestreo

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. 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:

a. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango 230.0 93.0 m.

b. En la tabla 2.22 se presentan algunas relaciones longitud, ancho de calzada pavimentada.

c. “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 8 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.”

<b>ANCHO DE CALZADA(m)</b>	<b>LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO(m)</b>
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (Máx.)	31.50

Figura 2.22: Unidad de muestreo de acuerdo al ancho y longitud de calzada.  
Fuente:(INGEPAV, Universidad de Colombia).

### 2.2.3.3 Determinación del PCI de la sección.

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. nos aporta que 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 PCI 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

#### *Ecuación N<sup>o</sup>: 1*

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

**Donde:**

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

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

$\delta$  : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

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

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar () 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 (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.”

2.2.3.4 Selección de las unidades de muestreo para Inspección

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI). 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:

***Ecuación N°: 2***

$$i = \frac{N}{n}$$

**Donde:**

$N$  : 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).

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. 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.”

#### 2.2.3.5 Selección de unidades de muestreo adicionales

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. Nos dice que 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.”

#### 2.2.3.6 Procedimiento de la evaluación de la condición del pavimento

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. Que 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. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a) Equipo. Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones. Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

b) 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.

c) 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.

Etapa 1. Cálculo de los Valores Reducidos

(NORMA ASTM D 5340, 2005)

“1. a. Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan.”

“1. b. Dividir el número de losas obtenido en 1.a entre el número total de losas en la unidad de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad.”

“1. c. Determine los VALORES REDUCIDOS 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.”

Etapa 2. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

“2. a. Si solo uno o ninguno de los VR es mayor a 5, la suma de los VRs es utilizada en lugar del máximo VRC para la determinación del PCI. De no ser así seguir los pasos siguientes.”

“2. b. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Reducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

***Ecuación N°: 3***

$$m = 1 + (9/95) * (100 - VAR)$$

**Donde:**

$m$  : Número total de unidades de muestreo disponible.

$VAR$  : Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

2.c. Ingresar en la tabla, los VRs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VR por el producto del mismo y la fracción decimal del  $m$  calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila. Si el número de VRs es menor al valor de  $m$ , ingresar todos los VRs en la tabla. Si el número de VRs es mayor a  $m$  utilizar los  $m$  valores más altos solamente.

2.d. Sumar todos los valores de VRs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VRs que son mayores a 5.

2.e. Determinar el VRC con la curva de corrección correcta, para pavimentos de concreto, con los valores de “Total” y “q”.

2.f. Copiar los VRs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VR mayor que 5 a 5. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1.

2.g. El máximo VRC es el valor más alto de la columna VRC.

2.h. Calcular el PCI restando el valor máximo de VRC de 100 ( $PCI = 100 - \text{máximo VRC}$ ).

#### 2.2.3.7 Determinación del PCI de la sección

(RICARDO, 2006)“Pavement Condition Index (PCI)”. “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. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

***Ecuación N°: 4***

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

**Donde:**

$PCI_S$  : PCI de la sección del pavimento.

$PCI_R$  : PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

$PCI_A$  : PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

$N$  : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.



### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

Se podrá determinar el Índice de condición del pavimento rígido en la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

- Se podrán identificar las patologías del pavimento rígido en la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.
- Se podrán determinar los tipos de fallas del pavimento rígido en la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.
- Se podrán determinar el nivel de patologías del pavimento rígido en la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Diseño de la investigación.**

La presente investigación es descriptiva, no experimental, corte transversal y cuantitativa.

### **4.2 Población y muestra.**

#### **4.2.1 Población.**

La presente investigación está delimitada por las calles de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho, que tienen en promedio de 4.5 a 5.00m. de ancho de calle respectivamente.

#### **4.2.2 Muestra.**

La muestra consistió en evaluar el pavimento rígido de manera independiente de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

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

Ver la Tabla 4.1.

OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL PCI EN LA AVENIDA LOS ÁNGELES DEL DISTRITO ANDRÉS AVELINO CÁCERES DORREGARAY, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO-2019.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Patologías presentes en el pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p>	<p>Anomalías sobre la superficie del pavimento como son los parches grandes y parches pequeños.</p> <p>Anomalías a lo largo del pavimento rígido como grietas lineales y pulimento de agregados.</p> <p>Anomalías en el interior del pavimento como son las losas divididas.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad Baja.</li> <li>- Nivel de severidad Media.</li> <li>- Nivel de severidad Alta.</li> </ul> <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertical.</li> <li>- Horizontal.</li> <li>- Oblicuo.</li> </ul> <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta.</li> <li>-Media.</li> <li>-Baja.</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p>	<p>Tipos de patologías que se presentan en la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p>	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 100-85 (Excelente).</li> <li>- 85-70 (Muy buena).</li> <li>- 70-55 (Buena).</li> <li>- 55-40 (Regular).</li> <li>- 40-25 (Malo).</li> <li>- 25-10 (Muy malo).</li> <li>- 10-0 (Fallado).</li> </ul>

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

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

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

### **4.4.1 Técnicas.**

#### **4.4.1.1 Técnicas de evaluación visual.**

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

### **4.4.2 Instrumentos.**

#### **4.4.2.1 Cámara fotográfica.**

Nos permitirá tomar imágenes de las anomalías presentadas en el pavimento.

#### **4.4.2.2 Cuaderno para la toma de apuntes.**

Para registrar las variables que afectan al estado del pavimento.

#### **4.4.2.3 Planos de Planta.**

Para constatar las dimensiones geométricas de las calles pavimentadas.

#### **4.4.2.4 Wincha.**

Para realizar las mediciones correspondientes de las características geométricas del pavimento.

#### **4.4.2.5 Libros y/o manuales de referencia.**

Para tener información acerca de la descripción, medición y relación del pavimento.

#### **4.4.2.6 Equipos topográficos.**

Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total, teodolitos y niveles. Fueron utilizados para el realizar el levantamiento de las anomalías del pavimento rígido.

### **4.5 Plan de análisis.**

El análisis de los datos se realizara haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitan a través de indicadores cuantitativos y/o cualitativos la mejora significativa de la condición sanitaria. Para lo cual se cumplirá el siguiente plan de trabajo:

- Ubicación del área de estudio.
- Determinación de los Tipos de patologías existentes en los pavimentos del distrito de Carmen Alto.
- Establecer el nivel de Índice de Integridad estructural y Condición de Pavimento del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.
- Cuadros del ámbito de la investigación.
- Cuadros estadísticos de las Patologías existentes.
- Cuadros de estados en que se encuentran los pavimentos de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho

### **4.6 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL PCI EN LA AVENIDA LOS ÁNGELES DEL DISTRITO ANDRÉS AVELINO CÁCERES DORREGARAY, PROVINCIA HUAMANGA, DEPARTAMENTO AYACUCHO-2019.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo identificar, clasificar y cuantificar las patologías del pavimento rígido para la obtención del Índice de condición del pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar el Índice de integridad estructural y condición operacional de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> 1. Determinar y evaluar las patologías del concreto que se presentan en el pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho</p> <p>2. Obtener el PCI para dicho pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.</p>	<p>La presente investigación se justifica por la necesidad de conocer el estado actual de la superficie del pavimento rígido, el Índice de integridad estructural y condición operacional del pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Se podrá identificar y caracterizar las patologías del pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> 1. Se podrá identificar los tipos de patologías en el pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p> <p>2. Se podrá caracterizar la patología predominante insitu de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p>	<p><b>Tipo:</b> El proyecto de investigación es de tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b> El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b> La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b> Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento rígido de la Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> Avenida Los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.</p>

Ayacucho.

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

## **4.7 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.

Ingenieros Civiles, estaremos al servicio de la sociedad, teniendo como obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de cada tarea profesional que nos sean asignadas.

Como principios éticos, debemos comprometernos son:

- La relación con el público.
- La relación con la sociedad.
- El ejercicio profesional.
- Los deberes con el Colegio.

## **V. RESULTADOS.**

### **5.1 Resultados.**

En la actualidad en nuestro país Perú las pistas y veredas de todas las regiones presentan patologías de grados variados siendo esta un problema en el tránsito vehicular y peatonal, estos problemas presentados conlleva a realizar el estudio de las patologías existentes en la avenida los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray en la cual a continuación, se presentan todos los resultados procesados, de los datos tomados en el campo y los respectivos ábacos empleados por el método del PCI.

#### **5.1.1 Unidad de muestra.**

La Av. Los Ángeles del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho. Para el procesamiento de muestra se tomaron dos muestras de 130 paños para la primera muestra y 62 para la segunda siendo un total de 192 paños estudiados. Las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alto, media y baja, siendo estas:

- Grieta De Esquina.
- Grietas Lineales.
- Pulimento De Agregados.
- Parche Grande.
- Parche Pequeño.



- Descaramiento De Juntas.
- Descascaramientos De Esquina.
- Grietas De Retracción.

### **5.1.2 Cálculo del PCI de las unidades de muestra.**

Para la realización de los resultados del presente trabajo se realizó por el Método del PCI, existen métodos de Recolección de Datos de Campo de las cuales existe el método del Valor Deducido de daño, así como también la recolección de datos de forma individual (pañó por pañó y por una cuadra).

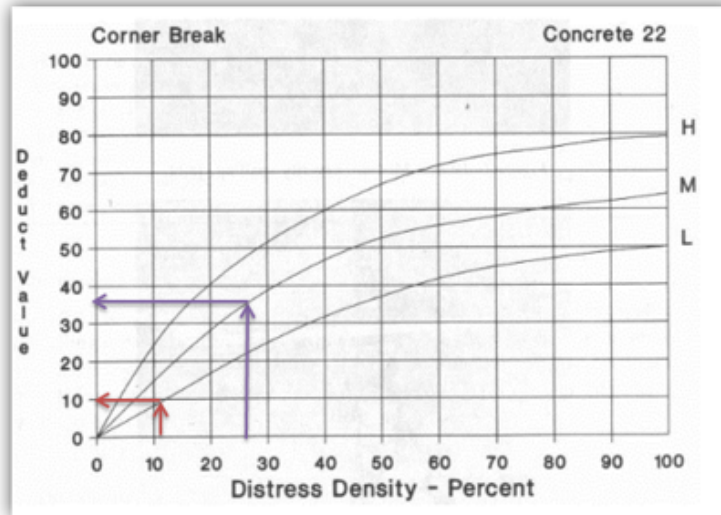
### **5.1.3 Unidad de Muestra U1: AV. LOS ÁNGELES CUADRA 01 y 02.**

La unidad U1 es la Primera cuadra de la Av. LOS ANGELES, donde las fallas encontradas fueron grietas de retracción, parche pequeño, parche grande, pulimento de agregados, grietas lineales y grietas de esquina. Como se puede observar en la figura, presenta un índice de condición de pavimento (PCI) de 52 por lo que le corresponde una clasificación de REGULAR.

# PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO

## AV. LOS ÁNGELES

### 1. GRIETAS EN LA ESQUINA

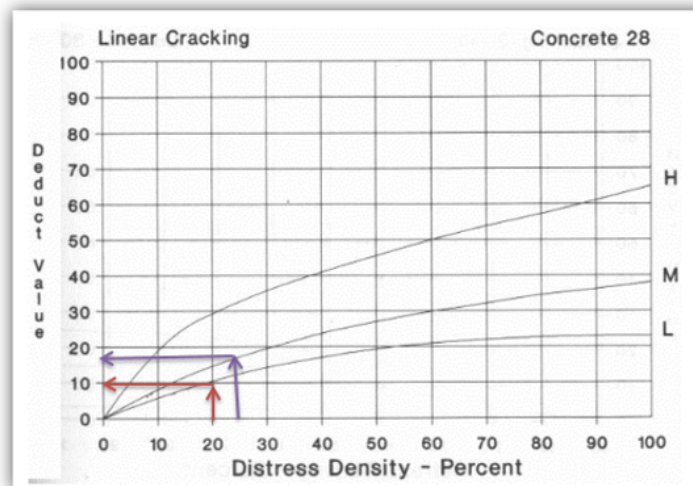


VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO	
1L	9	1M	36

Tabla 5.1: Valor deducido de grietas de esquina.

Fuente:(Elaboración Propia).

### 3. GRIETAS LINEALES

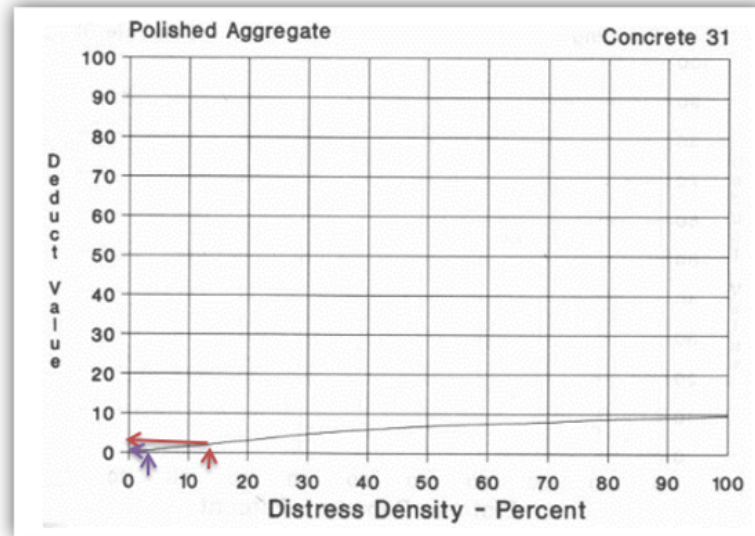


VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO	
3L	10	3M	18

Tabla 5.2: Valor deducido de grietas lineales.

Fuente:(Elaboración Propia).

**4. PULIMIENTO DE AGREGADOS**

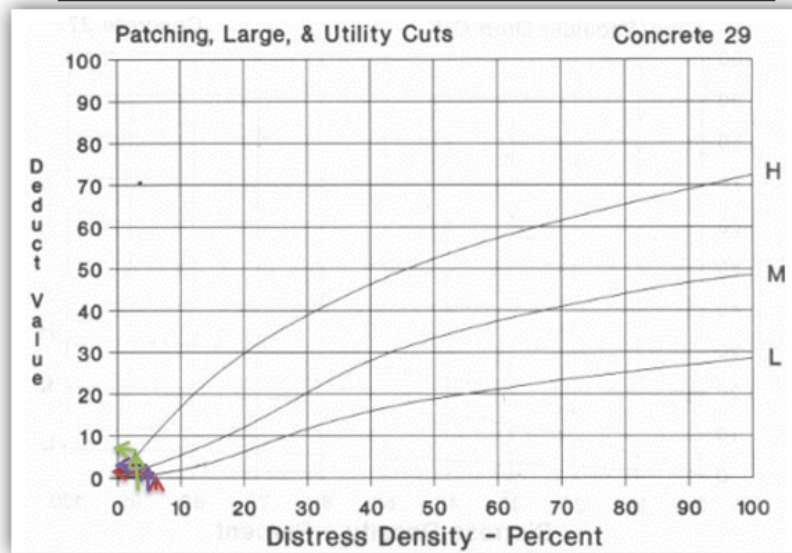


VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO	
4L	4	4M	1

Tabla 5.3: Valor deducido de pulimiento de agregado.

Fuente:(Elaboración Propia).

**5. PARCHE GRANDE**

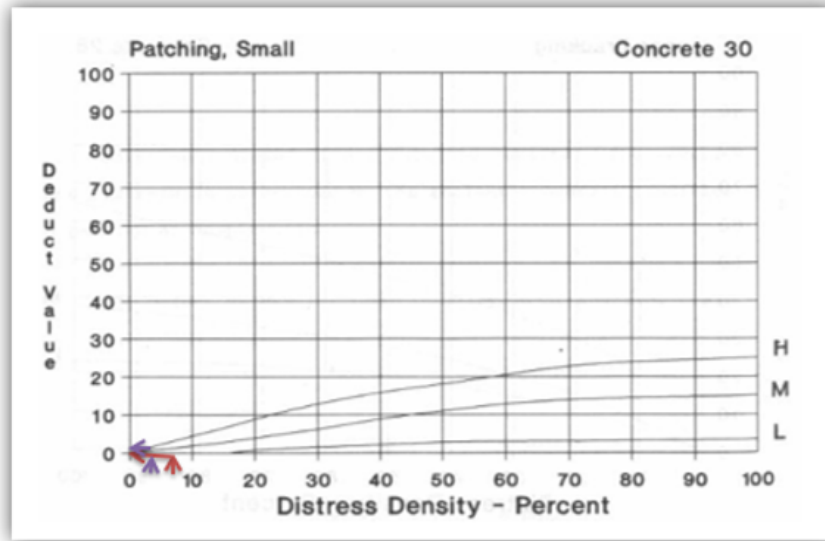


VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO	
5L	2	5M	3	5H	8

Tabla 5.4: Valor deducido de parche grande.

Fuente:(Elaboración Propia).

## 6. PARCHE PEQUEÑO



**VALOR DEDUCIDO**

6L

0.9

**VALOR DEDUCIDO**

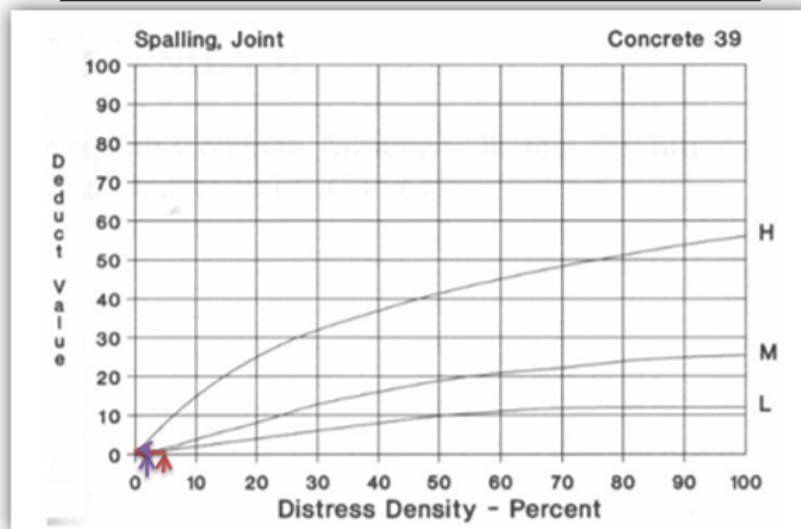
6M

1

Tabla 5.5: Valor deducido de parche pequeño.

Fuente:(Elaboración Propia).

## 7. DESCARAMIENTO DE JUNTAS



**VALOR DEDUCIDO**

7L

1

**VALOR DEDUCIDO**

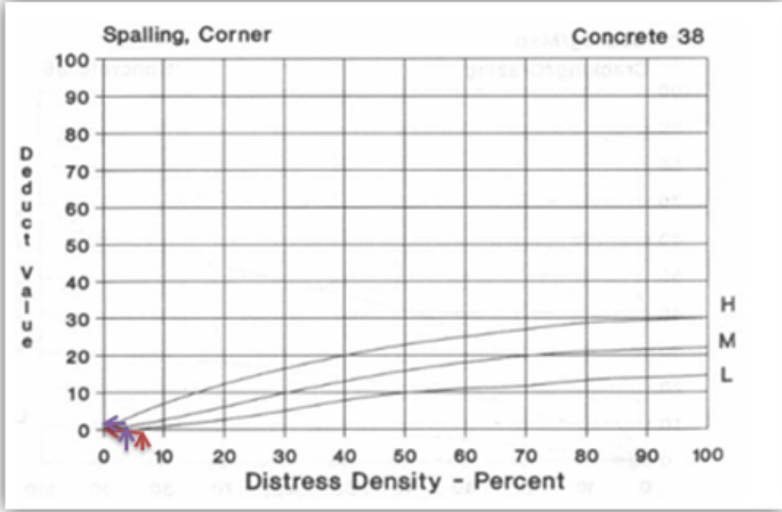
7M

1.1

Tabla 5.6: Valor deducido de descascaramientos de juntas.

Fuente:(Elaboración Propia).

**8. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA**

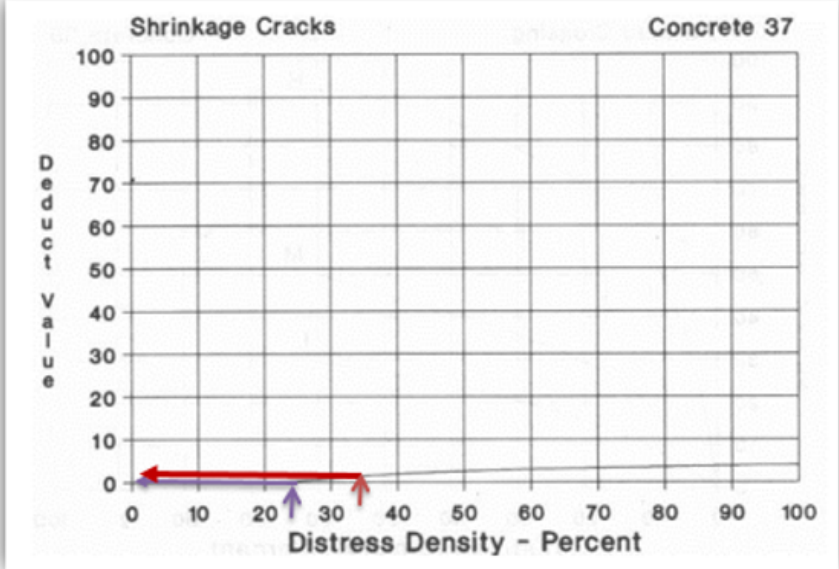


VALOR DEDUCIDO	
8L	0.9

VALOR DEDUCIDO	
8M	1

Tabla 5.7: Valor deducido de descascamientos de juntas.  
Fuente:(Elaboración Propia).

**10. GRIETAS DE RETRACCIÓN**



VALOR DEDUCIDO	
10L	2

VALOR DEDUCIDO	
10M	0.8

Tabla 5.8: Valor deducido de grietas de retracción.  
Fuente:(Elaboración Propia).

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA										
CALLE	AV. LOS ANGELES			MUESTRA	PRIMERA CUADRA Y SEGUNDA CUADRA					
CUADRAS	2			NUMERO DE PAÑOS	130		AREA TOTAL	1950.00 m <sup>2</sup>		
DISTRITO	ANDRES BELLIDO CACERES D.			FECHA	06 DE MAYO DEL 2019					
PROVINCIA	HUANUACA			REGION	JUNCO		EVALUADOR	DANIELA BARRQUET PACSI		
ENCARGADO	DANIELA BARRQUET PACSI			TIEMPO DE CONSTRUCCION	25		DIMENSIONES DEL PAÑO	6X3	AREA DEL PAÑO	15

TIPO DE FALLA									
1	"REJUNTO DE LA QUINCA"	1	REJUNTO DE LA QUINCA						
2	LEGA SIN REJUNTO	8	REJUNTO DE LA QUINCA						
3	"REJUNTO DE LA QUINCA"	1	REJUNTO						
4	FALTA DE REJUNTO	18	REJUNTO DE LA QUINCA						
5	FALTA DE REJUNTO	11	REJUNTO DE LA QUINCA						
6	FALTA DE REJUNTO								

DIAGRAMA DE CUADRAS										
13	1N	1N	1L	1M	1M	1OL	3L	8L	3N	10N
12	3N	3N	1N	3N	3L	1N	3L	7L	3N	1L
11	3N	1N	1N	1OL	10N	10N	1N	3L	6L	8L
10	7L	3N	5L	5L	5L	4L	3L	8L	6L	1L
9	10N	7L	10L	1N	5N			8L	8L	4L
8	7N	3L	5N	3N	10L	10L	10L	3N	10L	10L
7	3N	3L	3N	3L	10N	1N	10L	3N	10L	10L
6	10L	5N	1N	3L	3L	10L	3L	7L	7L	3N
5	10L	10L	10L	10L	10N	10L	10L	10L	10N	10L
4	7L	1N	3N	1N	3L	4L	1L	1L	1L	4N
3	3N	1N	3N	1N	10N	10N	1N	1N	10L	10L
2	1L	10N	4L	10L	10N	10L	8N	10N	5L	10N
1	6N	3L	1L	1N	3L	4L	1N	1N	1N	1N
	3L	3L	3N	3N	3L	3N	3N	3L	6N	8N
	4L	10N	7N	4L	10N	1L	6L	5L	8N	6L
	3L	10L	3L	3L	3N	3N	3N	3L	6N	8N
	10L	10N	10N	4L	10L	10L	10L	10L	10L	10N
	4L	10L	10L	4N	1N	4L	3N	3N	1N	10N
	1N	6L	6L	10L	5N	10N	10L	10L	10N	6L

TIPO DE FALLA	ORIENTACION	NUMERO DE LOSAS	DIMENSION	VALOR DEDUCIDO
11	L	0	0%	
11	N	0	0%	
11	H	0	0%	
10	L	43	23%	2.00
10	N	30	23%	0.80
10	H	0	0%	
9	L	0	0%	
9	N	0	0%	
9	H	0	0%	
8	L	8	6%	0.90
8	N	5	4%	1.00
8	H	0	0%	
7	L	7	5%	1.00
7	N	3	2%	1.10
7	H	0	0%	
6	L	11	6%	0.90
6	N	4	3%	1.00
6	H	0	0%	
5	L	9	5%	2.00
5	N	4	3%	3.00
5	H	2	2%	0.00
4	L	18	14%	4.00
4	N	3	2%	1.00
4	H	0	0%	
3	L	24	20%	10.00
3	N	32	25%	18.00
3	H	0	0%	
2	L	0	0%	
2	N	0	0%	
2	H	0	0%	
1	L	14	11%	9.00
1	N	35	27%	36.00
1	H	0	0%	

Tabla 5.9: Valor deducido de grietas de retracción.  
Fuente:(Elaboración Propia).

## CALCULO DE CDV

CALLE: AV. LOS ANGELES

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + (9/98)^q (100 - HDV)$$

Donde:

m = Número permitido de VRC, incluyéndose fracciones (debe ser menor o igual a 10).

HDV = El mayor valor deducido individual para la unidad de concreto.

**MI = 4.00**  
Fracción Decimal **00**

q = Número de deducción mayor de 2 puntos

N°	MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORRECTO (CDV)										TOTAL	q	CDV			
1	3.500	1.800	1.000	9.00	8.0	4.0					0.70+			36	6	3.8.00
2	3.500	1.800	1.000	9.00	8.0	2.0					0.70+			34	5	4.3.00
3	3.500	1.800	1.000	9.00	2.0	2.0					0.70+			28	4	4.5.00
4	3.500	1.800	1.000	2.00	2.0	2.0					0.70+			71	3	4.6.00
5	3.500	1.800	2.00	2.00	2.0	2.0					0.70+			62	2	4.8.00
6	3.500	2.00	2.00	2.00	2.0	2.0					0.70+			47	1	4.7.00

ROADS AND PARKING LOTS: CONCRETE

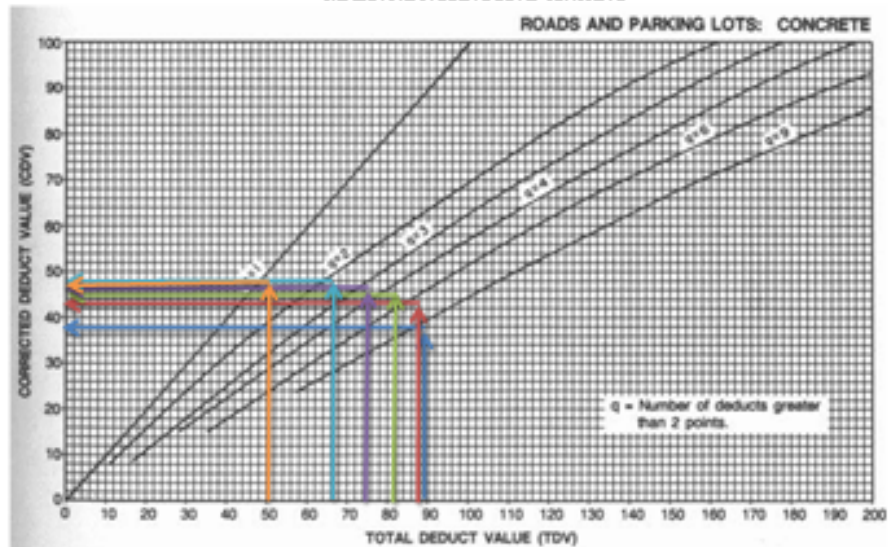


GRAFICO: CORRECCIÓN DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Calificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallado

Máximo VRC = **4.8.00**

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 48

PCI = **52**

CLASIFICACIÓN:

**REGULAR**

Tabla 5.10: cálculo del CDV.

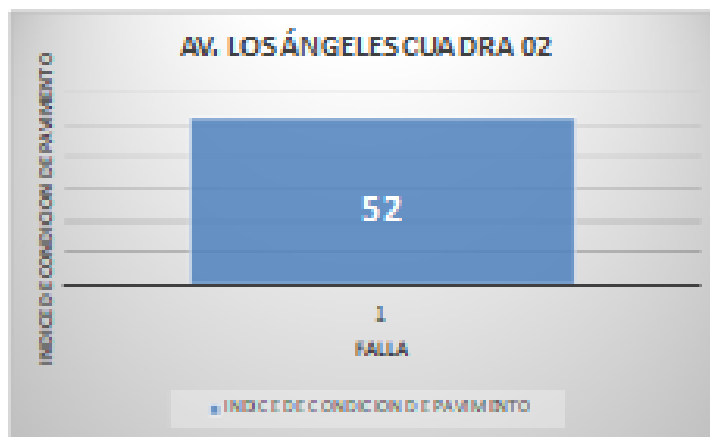
Fuente:(Elaboración Propia).

## AV. LOS ÁNGELES CUADRA 02

### INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

PCI = 52

10	GRIETAS DE RETRACCIÓN	29%	73
8	DESCASCARAMIENTO DE ESQ	5%	13
7	DESCASCAMIENTO DE JUNTAS	4%	10
6	PARCHE PEQUEÑO	6%	15
5	PARCHE GRANDE	6%	15
4	PULIMENTO DE AGREGADOS	8%	21
3	"GRIETAS LINEALES"	23%	58
1	"GRIETA DE ESQUINA"	19%	49
<b>TOTAL=</b>			<b>254</b>



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Gráfico N° 08: Tipos de Falla en la Primera Cuadra

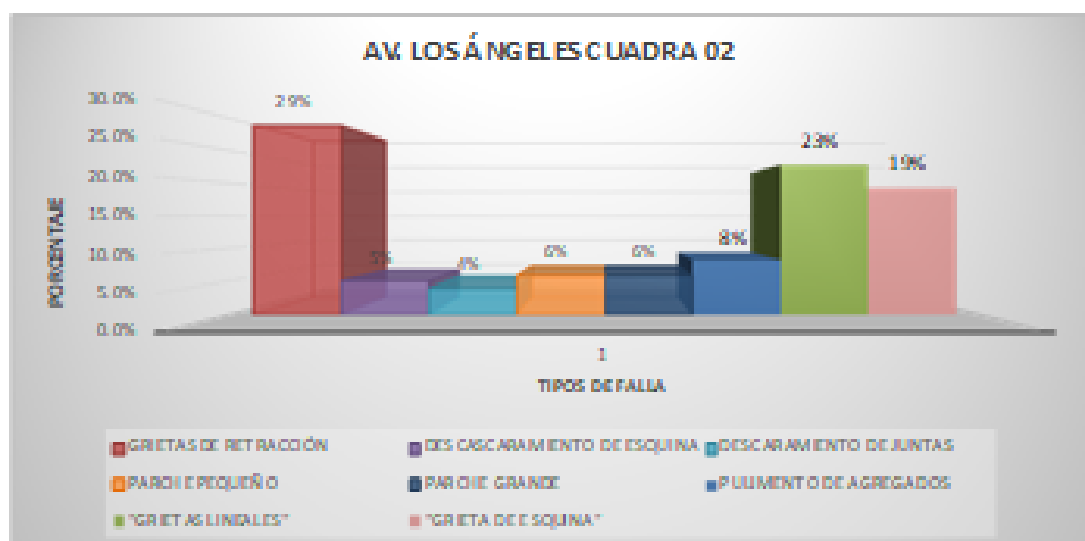


Tabla 5.11: cálculo del Índice de condición del pavimento.

Fuente:(Elaboración Propia).



### 5.1.4 Unidad de Muestra U1: AV. LOS ÁNGELES CUADRA 03 y 04.

La unidad U2 es la Primera cuadra de la Av. LOS ANGELES, donde las fallas encontradas fueron grietas de retracción, parche pequeño, parche grande, pulimento de agregados, grietas lineales y grietas de esquina. Como se puede observar en la figura, presenta un índice de condición de pavimento (PCI) de 48 por lo que le corresponde una clasificación de REGULAR.

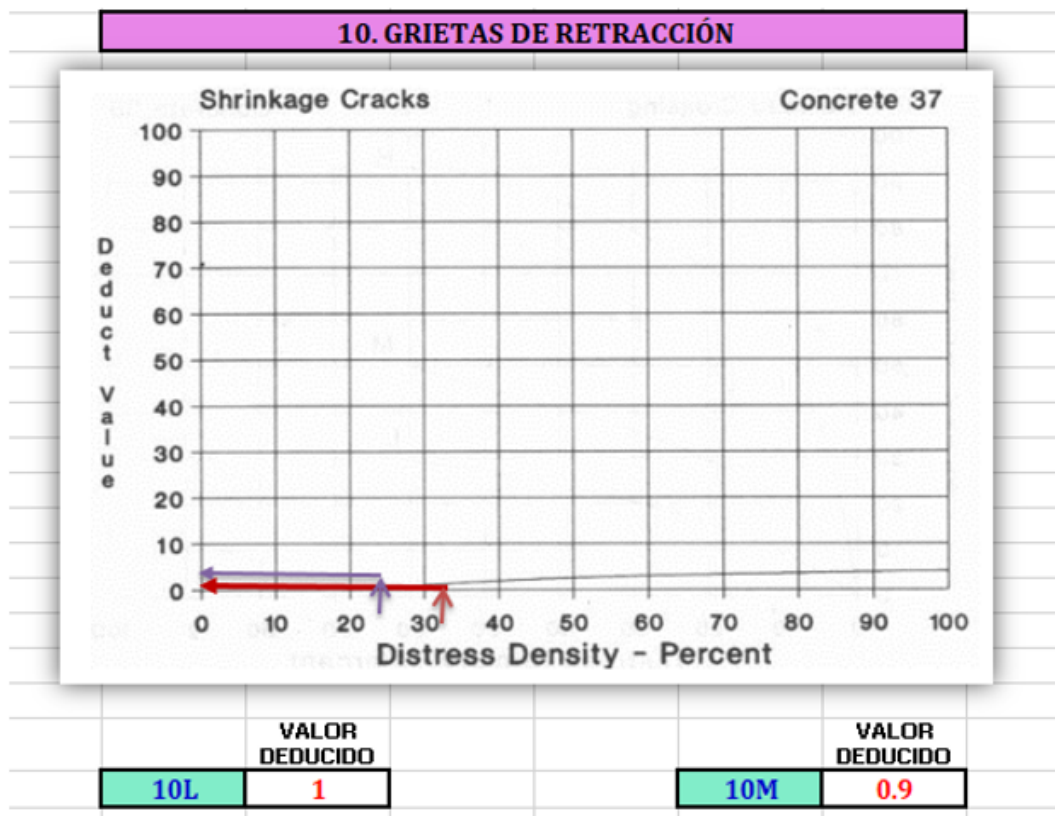
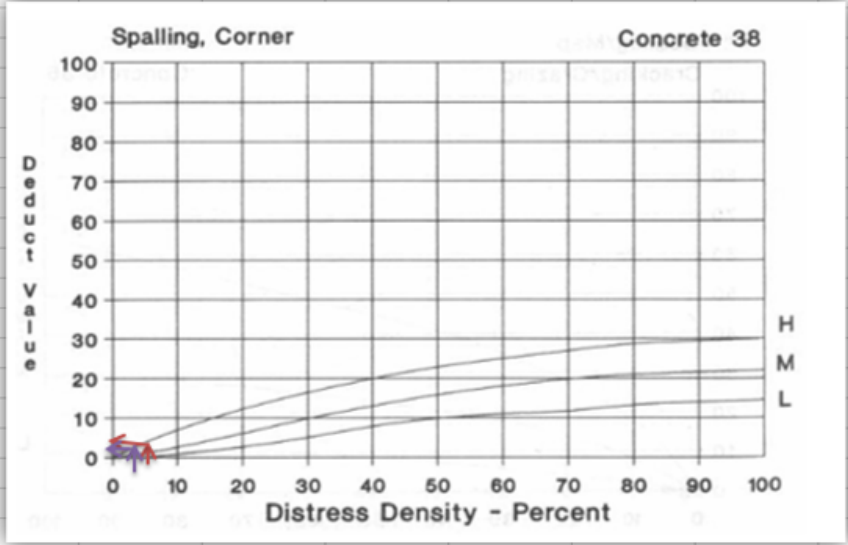


Tabla 5.12: Valor deducido de grietas de retracción.

Fuente:(Elaboración Propia).

**8. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA**

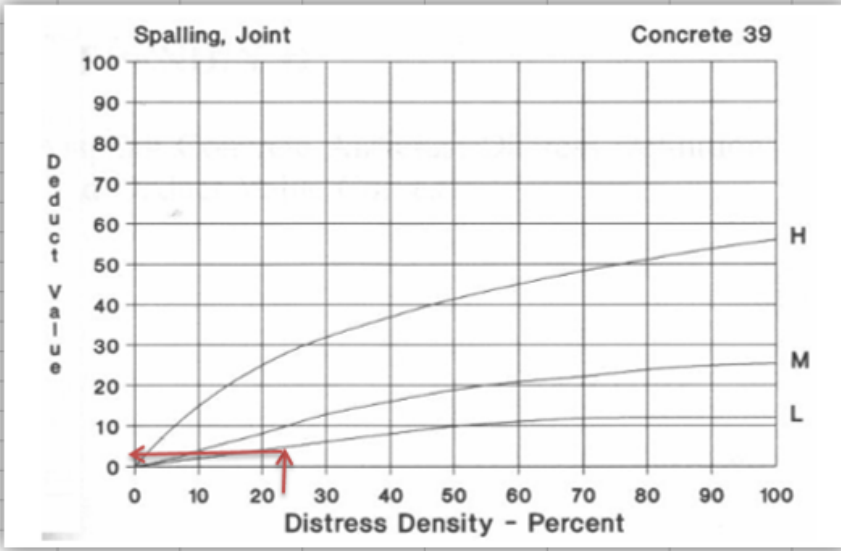


	VALOR DEDUCIDO
8L	0.9

	VALOR DEDUCIDO
8M	1

Tabla 5.13: Valor de descascamientos de esquina.  
Fuente:(Elaboración Propia).

**7. DESCASCAMIENTO DE JUNTAS**

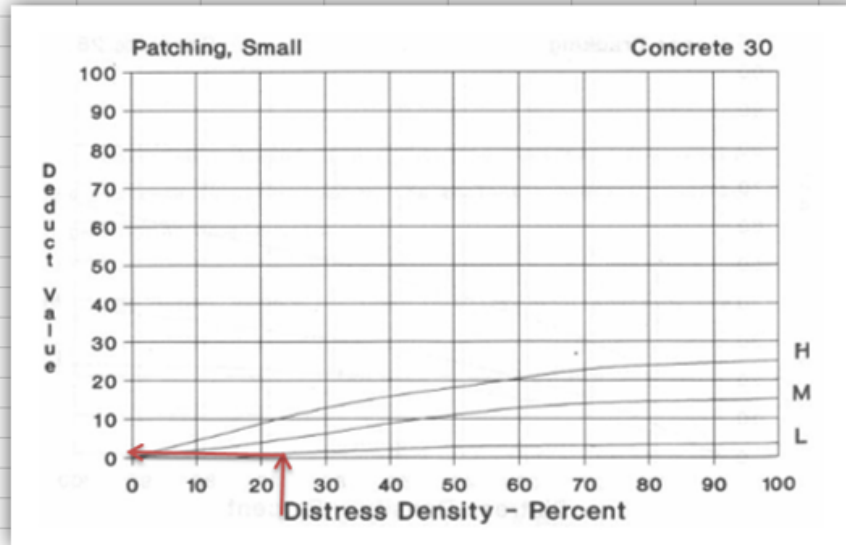


	VALOR DEDUCIDO
7L	4

	VALOR DEDUCIDO
7M	

Tabla 5.14: Valor de descascamientos de juntas.  
Fuente:(Elaboración Propia).

### 6. PARCHE PEQUEÑO

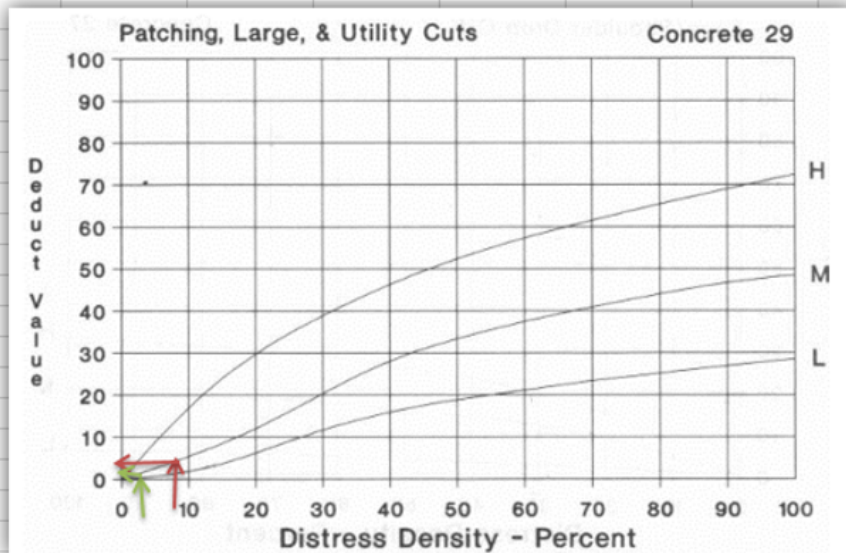


	VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO
6L	0.9	6M	

Tabla 5.15: Valor de parche pequeño.

Fuente:(Elaboración Propia).

### 5. PARCHE GRANDE

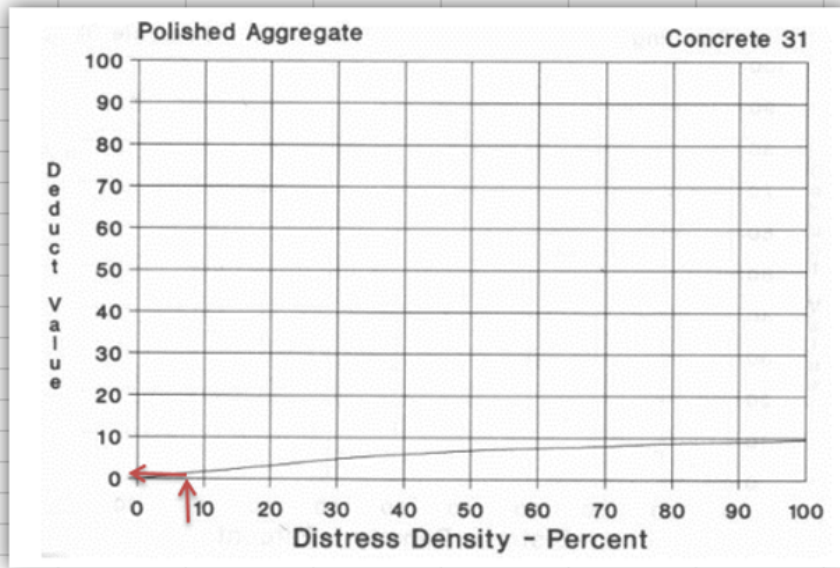


	VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO
5L	1	5M	3	5H	0

Tabla 5.16: Valor de parche grande.

Fuente:(Elaboración Propia).

**4. PULIMIENTO DE AGREGADOS**



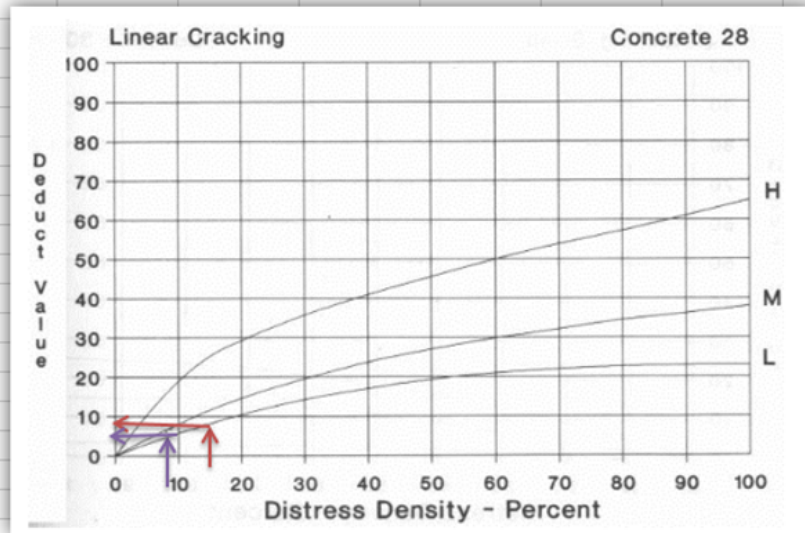
	VALOR DEDUCIDO
4L	2

	VALOR DEDUCIDO
4M	

Tabla 5.17: Valor de pulimiento de agregados.

Fuente:(Elaboración Propia).

**3. GRIETAS LINEALES**



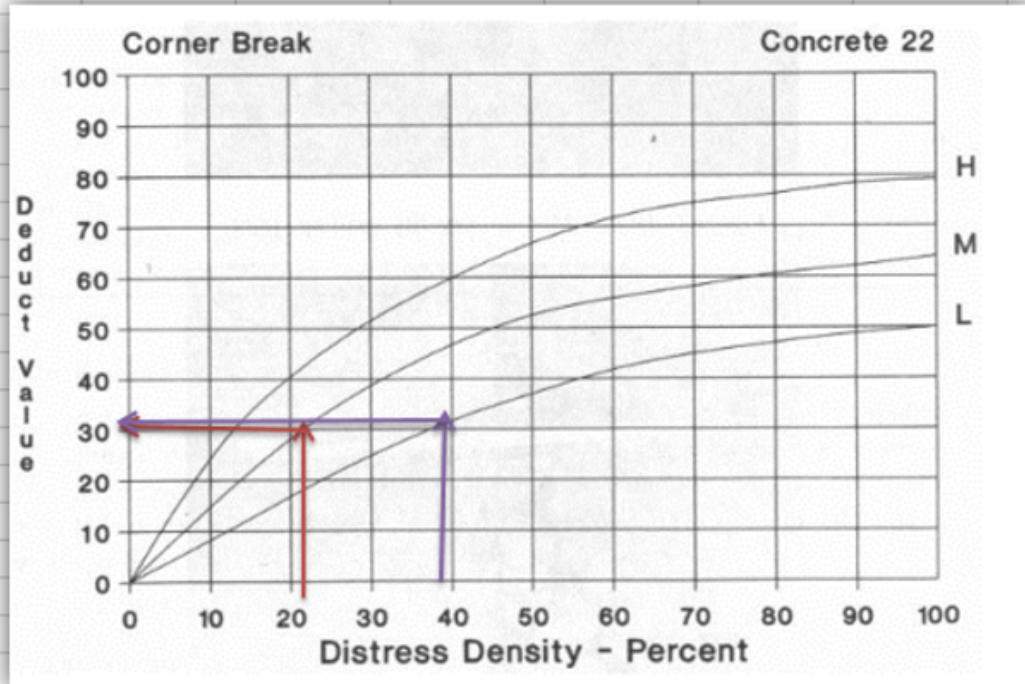
	VALOR DEDUCIDO
3L	7

	VALOR DEDUCIDO
3M	8

Tabla 5.18: Valor de grietas lineales.

Fuente:(Elaboración Propia).

## 1. GRIETAS EN LA ESQUINA



	VALOR DEDUCIDO		VALOR DEDUCIDO
1L	31	1M	30

Tabla 5.19: Valor de grietas en la esquina.  
Fuente: (Elaboración Propia).

HOJA DE INSPECCION DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA					
CALLE	AV. LOS ANGELES	MUESTRA	PRIMERA CUADRA Y SEGUNDA CUADRA		
CUADRAS	2	NUMERO DE PAJOS	62	AREA TOTAL	930.00 m <sup>2</sup>
DISTRITO	ANDRES BELLMO CACERES D.	FECHA	06 DE JUNIO DEL 2019		
PROVINCIA	HUAMBURA	REGION	ATAFUCHO	EVALUADOR	DAWITZA BARRIQUE FACSI
ENCARGADO	DAWITZA BARRIQUE FACSI	TIEMPO DE CONSTRUCCION	25	DIMENSIONES DEL PAJO	5X3 AREA DEL PAJO 15

TIPO DE FALLA				
1	"FALTO DE REJUNTO"	1	DESCOMPARTO DE LUNTO	
2	LOS GUSQUEROS	8	DESCOMPARTO DE REJUNTO	
3	"FALTO DE REJUNTO"	1	DE PISO	
4	FUJURTO DE GUSQUEROS	18	DEJUNTO DE REJUNTO	
5	FUJURTO DE GUSQUEROS	11	DEJUNTO DE LUNTO	
6	FUJURTO DE GUSQUEROS			

L	LOW	M	MEDIAN	H	HIGH
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	NUMERO DE LOSOS	DENSIDAD	VALOR DECIDIDO	
11	L	0	0%		
11	M	0	0%		
11	H	0	0%		
10	L	17	27%	2.00	
10	M	14	26%	0.00	
10	H	0	0%		
9	L	0	0%		
9	M	0	0%		
9	H	0	0%		
8	L	4	6%	0.90	
8	M	1	2%	1.00	
8	H	0	0%		
7	L	13	21%	1.00	
7	M	0	0%	1.10	
7	H	0	0%		
6	L	0	10%	0.90	
6	M	0	0%	1.00	
6	H	0	0%		
5	L	3	5%	2.00	
5	M	1	2%	3.00	
5	H	0	0%	0.00	
4	L	4	6%	4.00	
4	M	1	2%	1.00	
4	H	0	0%		
3	L	9	15%	10.00	
3	M	4	6%	10.00	
3	H	0	0%		
2	L	0	0%		
2	M	0	0%		
2	H	0	0%		
1	L	24	39%	9.00	
1	M	13	21%	36.00	
1	H	0	0%		

DIAGRAMA DE CUADRAS										
						3L	3L	3M	10M	13
						10L	3M	6L	1L	
						1M	1L	8L	3M	12
						1L	7L	3M	1L	
								8L	10M	11
						1L	3L	6L	1L	
						1L	1L	7L	8M	10
						1L	7L	6L	1L	
						1M	8L	4L	1L	9
						10M	7L	10L	5L	
						1M	1L		7L	8
						10M	10M	3L	3L	
						1L	10L	4L	4M	7
							7L	3M	3M	
						10L	1L	10L	10L	6
						1L	10M	10L	1L	
					10L	4L	3L	10M	1L	5
					3L	6L	1M	7L	1L	
					10M	6L	10M	1M	1M	4
					3L	4L	10M	7L	10M	
					3L	6L	10M	1L	3L	3
					10M	1L	10L		10L	
					1M	6L	1M	1M	1M	2
					10L	10L	7L	10M	10L	
					1M	10M	5L	1M	1M	1
					10L	6L	10L	7L	10M	

Tabla 5.20: Hoja de inspección de la muestra 2.  
Fuente:(Elaboración Propia).

## CALCULO DE CDV

CALLE: AV. LOS ANGELES

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

$$m = 1 + \left( \frac{9}{98} \right) \cdot (100 - HDV)$$

Donde:

m = Número permitido de VPs excluyendo fisuras (debe ser entero igual a 10)

HDV = El mayor valor deducido individual para la unidad de concreto

$$DI = 7.34$$

Fracción Decimal: 7.34

q = Número de deducción mayor de 2 puntos

N°	MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)											TOTAL	q	CDV
1	31.00	30.00	0.00	7.00	4.0	2.0					0360	83	7	37.00
2	31.00	30.00	0.00	7.00	0.0	2.0					0360	83	6	43.00
3	31.00	30.00	0.00	7.00	2.0	2.0					0360	84	5	45.00
4	31.00	30.00	0.00	2.00	2.0	2.0					0360	82	4	46.00
5	31.00	30.00	2.00	2.00	2.0	2.0					0360	77	3	49.00
6	31.00	2.00	2.00	2.00	2.0	2.0					0360	71	2	52.00
7	31.00	2.00	2.00	2.00	2.0	2.0					0360	40	1	42.00

ROADS AND PARKING LOTS: CONCRETE

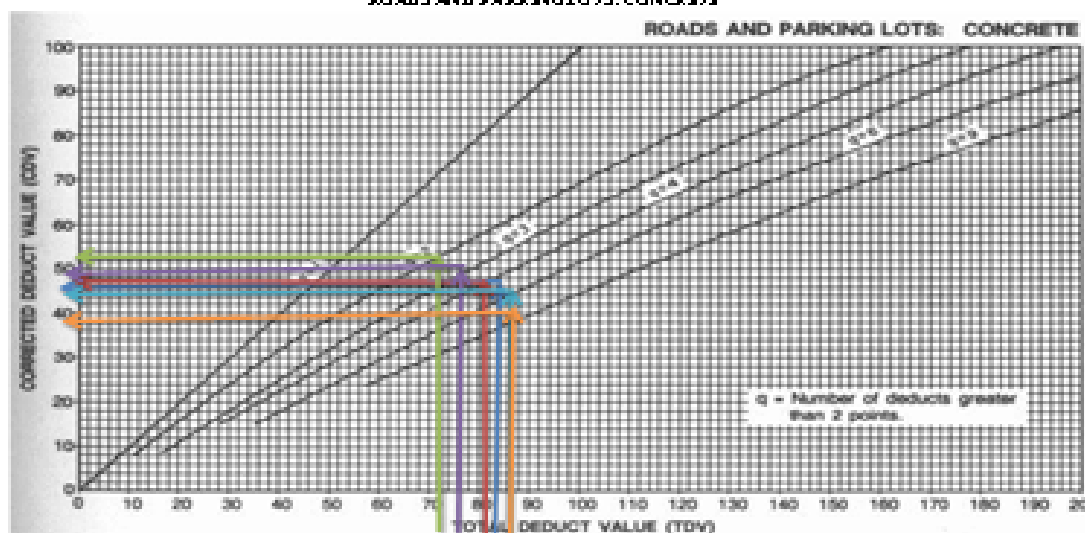


GRAFICO- CORRECIÓN DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Buena
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Pesada

Máximo VRC = 52.00

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 52

PCI = 48

CLASIFICACIÓN:

REGULAR

Tabla 5.21: Cálculo del CVD de la muestra 2.

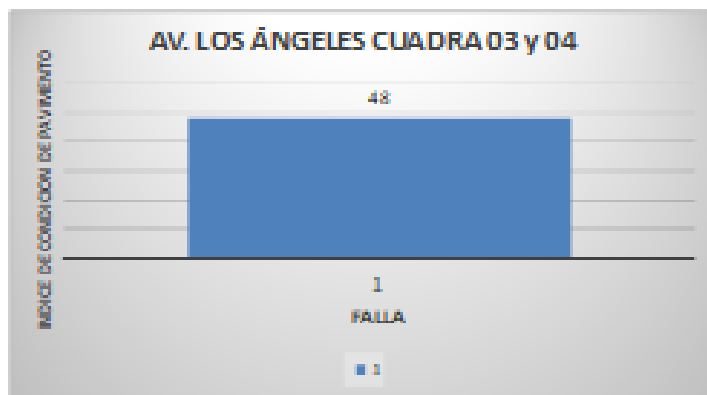
Fuente:(Elaboración Propia).

## AV. LOS ÁNGELES CUADRA 03 y 04

### INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

**PCI = 48**

10	GRIETAS DE RETRACCIÓN	28%	33
8	DESCASCAMIENTO DE ESQ	4%	5
7	DESCASCAMIENTO DE JUNTAS	11%	13
6	PARCHE PEQUEÑO	7%	8
5	PARCHE GRANDE	3%	4
4	FULIMIENTO DE APEGADOS	3%	4
3	"GRIETAS LINEALES"	11%	13
1	"GRIETA DE ESQUINA"	32%	37
<b>TOTAL =</b>			<b>117</b>



RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Buena
70 - 55	Buena
55 - 40	Regular
40 - 25	Mala
25 - 10	Muy Mala
10 - 0	Fallada

Gráfico Nº 08 | Tipos de Falla en la Primera Cuadra

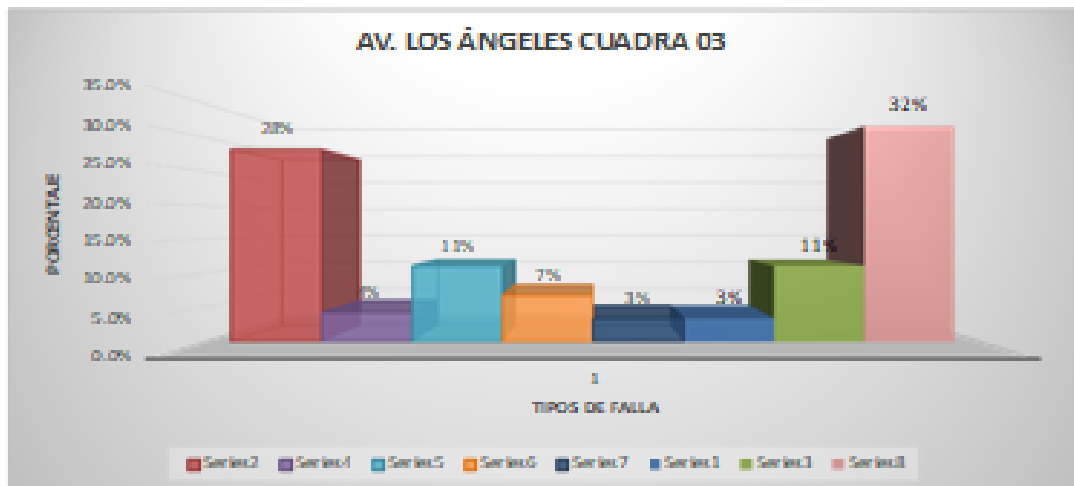


Tabla 5.22: Cálculo del Índice de condición del pavimento.

Fuente:(Elaboración Propia).



### 5.1.5 RESUMEN DE RESULTADOS.

MUESTRA	FALLA	%DE LOS	# DE LOSAS	PCI	DESCRIPCION
				SECCION	
U1	Grietas de retracción	29	73	52	REGULAR
U1	Descascaramientos de esquina	5	13		
U1	Descascaramientos de juntas	4	10		
U1	Parche pequeño	6	15		
U1	Parche grande	6	15		
U1	Pulimiento de agregado	8	21		
U1	Grietas lineales	23	58		
U1	Grietas de esquina	19	49		
	<b>Total de losas de la muestra</b>		<b>254</b>	48	REGULAR
U2	grietas de retracción	28	33		
U2	Descascaramientos de esquinas	4	5		
U2	Descascaramientos de juntas	11	13		
U2	Parche pequeño	7	8		
U2	Parche grande	3	4		
U2	Pulimiento de agregado	3	4		
U2	Grietas lineales	11	13		
U2	Grietas de esquina	32	37		
	<b>Total de losas de la muestra</b>		<b>117</b>		

Tabla 5.23: Resumen de resultados de la muestra 01 y 02.

Fuente:(Elaboración Propia).

## **VI. CONCLUSIONES.**

Después del análisis a las patologías presentes en el pavimento rígido de la Avenida los Ángeles del distrito Andrés Avelino Cáceres Dorregaray Provincia de Huamanga Departamento Ayacucho, se pudo notar que se presentan en su gran parte fisuras longitudinales y de esquinas, seguida de los baches y pulimiento de agregados, estas se dan por la deficiencia en el diseño, dosificación y al no realizar los mantenimientos periódicos del pavimento rígido.

Teniendo en cuenta que el método norteamericano PCI es más conocido y aplicado a nivel mundial y considerado por muchos investigadores el más confiable, debido a que este método evalúa en 7 rangos para calificar en un intervalo del 0 al 100 y es el más certero existente para la evaluación de las patologías que lleguen a presentar las diferentes pistas y veredas a nivel nacional e internacional. Luego de procesar los resultados obtenidos en gabinete con la ayuda del manual de PCI se obtuvo dos valores de las muestras U1 y U2 que tienen como valor de 52 y 48 respectivamente, estando éstas en un rango de un estado regular para lo cual se concluirá que el pavimento regido de la avenida los ángeles del distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray se encuentra en un estado regula por tal motivo se requerirá de un mantenimiento adecuado para las patologías encontradas.

## ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

Luego de haber hecho la respectiva evaluación, donde se concluye que el pavimento de las calles evaluadas, de acuerdo al valor del PCI obtenidos para cada una de ellas, en la que se determinó que, dichas calles están en **REGULAR** condición, que es un resultado promedio.

Por lo que es necesario hacer las recomendaciones del caso a fin de que las vidas útiles de las pistas se puedan incrementar, para ello es necesario hacer un mantenimiento en los paños de las pistas en donde presenta una patología bastante severa, por lo tanto, se requiere de un cambio urgente y en el resto de paños se requiere un mantenimiento adecuado, para evitar que se sigan incrementando los daños o deterioros de los pavimentos, para ello sugerimos realizar lo siguiente.

- Efectuar el servicio de mantenimiento periódico preventivo de las pistas del jr. 24 de Junio y jr. Mariano Bellido, para poder prolongar la vida útil de la estructura.
- Cambiar los Sellos de las juntas de dilatación que se han deteriorado.
- Para evitar las Grietas lineales o longitudinales, restringir la circulación de vehículos pesados en un pavimento que no ha sido diseñado para ello.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARLOS AURIS. Evaluación y rehabilitación del pavimento empleando el método de deflectometría en el aeropuerto de huamanga - ayacucho. *UNI*, 2002.
- [2] PERCY SOCA. Examinar y diagnosticar las patologías del pavimento rígido para la obtención del índice de condición del pavimento en el jr. sucre, del distrito de ayacucho, provincia de huamanga, departamento de ayacucho – 2019. *UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE.*, 2020.
- [3] JUAN CARDENAS. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortez, distrito de huanta, provincia de huanta, región ayacucho – agosto 2016. *ULADECH*, 2017.
- [4] GILMAR QUISPE. Auscultación visual de las patologías del concreto para obtener el índice de condición del pavimento rígido en el tramo puente alameda de valdelirios – arco de rudaccasa del distrito de carmen alto, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, agosto – 2016. *ULADECH*, 2017.
- [5] RUTH LOPEZ & CESAR LOPEZ. Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos, distrito san juan bautista provincia de huamanga - ayacucho. *UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA*, 2014.
- [6] JORGE GONZALES. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento rígido de las cuadras: 6,7,8,9 y 10 de la avenida amazona, distrito de calleria, provincia de coronel portillo – ciudad de pucallpa – región: Ucayali – julio - 2018. *ULADECH*, 2019.
- [7] JOSE PEREZ & JHONEL RAMIREZ. Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. los treboles – distrito de chichlayo – provincia de chichlayo - departamento lambayeque. *UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN*, 2018.
- [8] RAUL ROBLES. Cálculo del índice de condición del pavimento (pci) barranco - surco – lima. *UNIVERSIDAD RICARDO PALMA*, 2015.
- [9] PAOLA CARHUAPOMA. Determinación y evaluación de las patologías en el pavimento flexible de la avenida ramon romero distrito veintiséis de octubre - piura, noviembre 2017. *ULADECH*, 2017.

- [10] HAMILTON MENDOZA. Evaluacion del diseno de losas cortas (tcp) en pavimentos segun tensiones. *UNSCH*, 2015.
- [11] RICAR ROCA. Determinacion y evaluacion de las patologias del concreto para obtener el indice de integridad estructural y condicion operacional de la superficie de los pavimentos rigidos del jiron tarma, distrito y provincia de chanchamayo, region junin, enero – 2019. *ULADECH*, 2019.
- [12] DANIEL ORREGO. Analisis tecnico-economico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. *PUCP*, 2014.
- [13] CARLOS ALMENARA. Aplicacion de telefonos inteligentes para determinar la rugosidad de pavimentos urbanos en lima. *PUCP*, 2015.
- [14] RICARDO MIRANDA. *DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 2010.
- [15] Zegarra-Tarqui Jorge Luis, Santos de Brito Jeferson, and De Fátima-Carvalho Miriam. Escurrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: un abordaje experimental. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(1):35 – 47, 2015.
- [16] JORGE ZEGARRA. Escurrimiento en pavimentos de bloques de suelo-cemento: Un abordaje experimental. *UNAM*, 2015.
- [17] JUAN MERIZALDE. El inventario, evaluacion y propuesta de mejoramiento de los pavimentos de las vias internas de la ciudadela universitaria de la universidad central del ecuador. *UCE*, 2019.
- [18] MVCS. *LA NORMA CE-010 PAVIMENTOS URBANOS (SENCICO)*. MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2017.
- [19] AASHTO. *AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS*. AASHTO, 1993.
- [20] LUIS ALTAMIRANO. *DETERIORO DE PAVIMENTOS RIGIDOS, METODOLOGIA DE MEDICION, POSIBLES CAUSAS DE DETERIORO Y REPARACIONES*. UNI, 2007.
- [21] CEPREDENAC. *MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS CON ENFOQUE DE GESTION DE RIESGO Y SEGURIDAD VIAL*. CEPREDENAC, March 2010.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1: Plano de localización departamental del proyecto.**

## UBICACION DEPARTAMENTAL





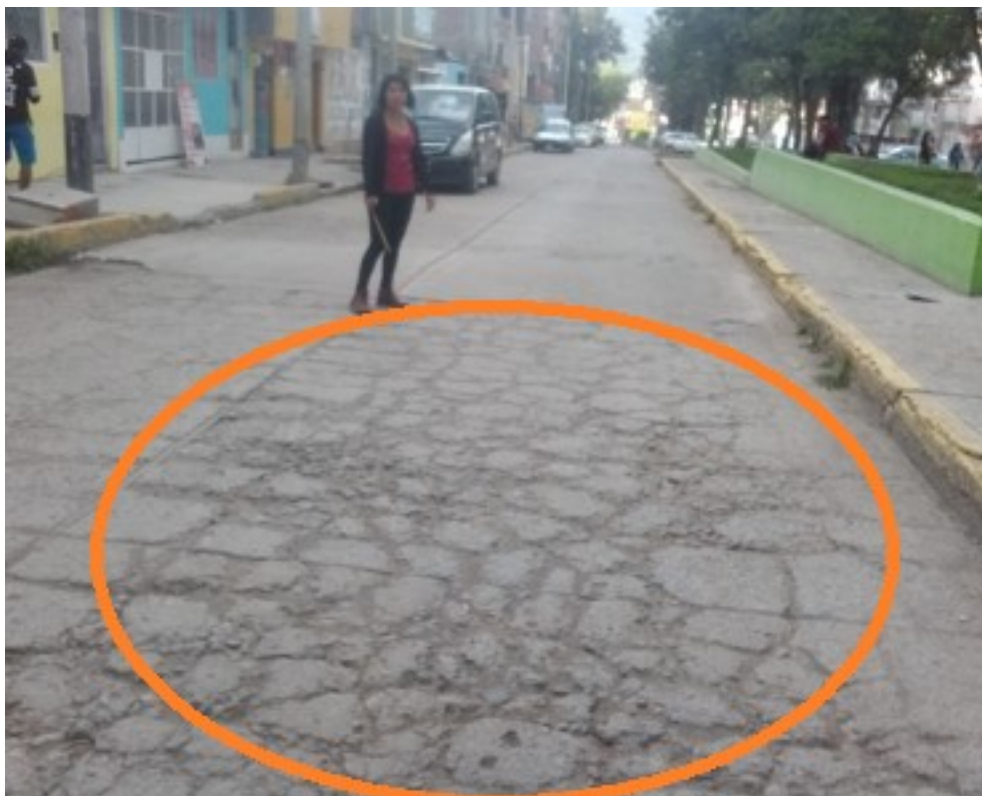
## **Anexo 2: Plano de localización distrital del proyecto.**



## **Anexo 3: Localización del proyecto.**



## **Anexo 4: Fotos descriptivas.**



**Fotografía 1:** *Patología denominada fisuras en bloque.*



**Fotografía 2:** *Patología denominada fisuras de esquina.*



**Fotografía 3:** *Patología denominada fisuras longitudinal.*



**Fotografía 4:** *Patología denominada parcheo grande.*



**Fotografía 5:** *Patología denominada pulimiento de agregado 1.*



**Fotografía 6:** *Patología denominada pulimiento de agregado 2.*