

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“MANTENIMIENTO DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE  
PIURA PARA LOGRAR UNA NORMAL TRANSITABILIDAD  
VEHICULAR: JIRÓN AREQUIPA DE LA CUADRA 2 A LA  
CUADRA 3, ENTRE AV: SÁNCHEZ CERRO Y JIRON  
CAJAMARCA”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**DARWINS AMÉRICO ZAPATA JIMENÉZ**

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

**ASESOR:**

**DR. JUAN ASALDE VIVES**

**PIURA-PERÚ**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi fuerza, mi forjador durante este logro, a mis padres por sus grandes esfuerzos para formarme y motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.

A todos los integrantes de mi familia, los docentes que me acompañaron durante este camino, a cada uno de ustedes porque han aportado grandes cosas en mi vida que me han ayudado a enfrentar este gran reto. A ustedes les dedico mi tesis.

**Darwins Américo Zapata Jiménez.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a todos los que estuvieron presentes en este camino:

A mi abuelo por sus sabios consejos.

A mi padre Américo Raymundo Zapata Barrientos por ser mi ejemplo, guía y forjador de mi futuro. Por su perseverancia y confianza en mí.

A mi madre Hermelinda Jiménez Neyra por su paciencia, dedicación y amor.

A mi novia Francis Atoche Aparicio, por estar siempre conmigo ser mi compañera y apoyo incondicional.

A mis docentes y a esta casa de estudios por haberme formado un profesional con valores, competitivo y capaz de enfrentarme a retos.

## RESUMEN

El presente trabajo basa su investigación en una de las problemáticas que ahonda nuestro departamento: deterioro de calles y avenidas en la provincia de Piura. En la presente investigación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, análisis de las fallas existentes, y se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor Comprensión del proceso.

En este trabajo se muestra a las calles Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca”, destacando las principales fallas y deterioros, las posibles reparaciones y los procesos constructivos sirviendo de aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

El objetivo de elaborar esta tesis es analizar las fallas encontradas en el pavimento rígido del Jirón Arequipa cuadra 2 y la cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura para conocer en qué condiciones se encuentra y proponer un mantenimiento adecuado.

La metodología utilizada es el método inductivo, analítico, dialéctico y deductivo, por lo cual se identificó las fallas encontradas en el pavimento rígido del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura, considerándose de tipo no experimental para poder llegar así a un análisis.

La hipótesis de esta investigación es analizar las fallas encontradas del pavimento del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura para dar las posibles soluciones de mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento y de esta manera lograr mayor transitabilidad y ayudará a descongestionar las vías.

**Palabra Clave: “Mantenimiento de calles y avenidas” “Mantenimiento de vías”**

## **ABSTRAC**

The present work bases his investigation on one of the problematic ones who deepens our department: deterioration of streets and avenues in Piura's province. In the present investigation it includes a description of the types of existing pavements for the construction of ways, to show the different types of deteriorations that they present in a pavement, his different reasons across his construction or throughout the years, analysis of the existing faults, and one raises in addition the types of technologies of repair applied in works of paving, showing his constructive processes accompanied of a photographic record for the major Comprehension of the process.

In this work there shows itself to the streets Shred Arequipa of the stable 2 to the stable 3, between Av. Sanchez Cerro and Shred Cajamarca ", emphasizing the principal faults and deteriorations, the possible repairs and the constructive processes using as contribution the professionals who try to develop in the area of road works.

The aim to elaborate this thesis is to analyze the faults found in the rigid pavement of the Shred Arequipa 2 and the stable squares 3 between Av. Sanchez Cerro and Shred Cajamarca de Piura to know in what conditions he is and to propose a suitable maintenance.

The used methodology is the inductive, analytical, dialectical and deductive method, by which there were identified the faults found in the rigid pavement of the Shred Arequipa of the stable 2 to the stable 3, between Av. Sanchez Cerro and Shred Cajamarca de Piura, being considered of not experimental type to be able to come this way to an analysis.

The hypothesis of this investigation is analyze the opposing faults of the pavement of the Shred Arequipa of the stable 2 to 3, between Av. Sanchez Cerro and Shred Cajamarca de Piura to give the possible solutions of improvement, rehabilitation and maintenance and hereby to achieve major transitabilidad and will help to clear the routes.

**Key word: "Maintenance of streets and avenues" "Track maintenance"**

## **SÍNTESIS**

La problemática del estudio se basó en inspecciones visuales de los diferentes tipos de fallas en pavimentos rígidos que se encuentran las calles Jirón Arequipa de la Cuadra 2 a la Cuadra 3, Entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca”.

El contenido de esta tesis es dar relevancia a los problemas originados por la falta de mantenimientos de las presentes calles. Entre ellas no permite el libre desplazamiento y esto origina en muchas circunstancias que el tráfico sea lento. Siendo nuestra región con un clima lluvioso a futuro esto va a desarrollar un caos y accidentes si no se hace un mantenimiento adecuado.

Todo este estudio explica las fallas, causas y niveles de severidad lo cual nos servirá para determinar el tipo y proceso de reparación, que necesita la calle, tomando como referencia un marco conceptual y teórico de pavimentos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN... ..	iii
ABSTRAC.....	iv
SÍNTESIS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS, IMÁGENES Y GRAFICOS.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xi
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	xii
ÍNDICE TABLA .....	xii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	4
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.2.1. Delimitación espacial .....	6
1.2.2. Delimitación temporal .....	6
1.3. PLANTEAMIENTO DE PROLEMAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.3.1. Problema general .....	6
1.3.2. Problemas específicos.....	6
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos.....	7
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.5.1. Hipótesis general .....	7

1.5.2. Hipótesis específicas .....	7
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
1.6.1. Variable independiente .....	8
1.6.2. Variables dependientes .....	8
1.6.3. Operacionalización de variables .....	9
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
1.7.1. Tipo de investigación .....	10
1.7.2. Nivel de investigación .....	10
1.7.3. Métodos de investigación .....	10
1.7.4. Diseño de investigación .....	11
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
1.8.1. Población.....	11
1.8.2. Muestra.....	11
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	11
1.9.1. Técnicas .....	11
1.9.2. Instrumentos.....	12
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.10.1. Justificación .....	12
1.10.2. Importancia.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	15
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	16
2.1.3. Antecedentes locales.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	20
2.2.1. Pavimentos.....	20

2.2.2. Ciclo de vida de los pavimentos.....	21
2.2.3. Tipos de pavimentos.....	25
2.2.4. Elementos estructurales que integran un pavimento flexible.....	27
2.2.5. Elementos estructurales que integran un pavimento rígido. ....	30
2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS.....	32
2.2.6.1. Pavimento flexible .....	32
2.2.6.2. Pavimentos rígidos.....	33
2.2.7. Evaluación de los pavimentos .....	34
2.2.8. Importancia de la evaluación de pavimentos.....	37
2.2.8.1. Tipos de evaluación .....	37
2.2.8.2. Procedimiento para la evaluación superficial del pavimento.....	38
2.2.9. Fallas .....	39
2.2.9.1. Tipos de Fallas:.....	39
2.2.10. Fallas en pavimentos rígidos.....	40
2.2.10.1. Daños en estructura de pavimento.....	40
a) Fisura transversal o diagonal .....	40
b) Fisura Longitudinal:.....	42
c) Fisura de Esquina. ....	44
d) Fisura en bloque. ....	46
e) Losas subdivididas.....	47
2.2.10.2. Deformación en estructura del pavimento .....	49
a) Hundimiento.....	49
2.2.10.3. Desintegraciones en estructuras del pavimento .....	51
a) Bache.....	51
b) Descascaramiento y fisuras capilares .....	52

c) Levantamiento de losas .....	54
2.2.10.4. Deficiencia de las juntas .....	56
a) Despostillamiento.....	56
2.2.10.5. Otros deterioros. ....	58
a) Parchados y reparaciones para servicios públicos .....	58
2.2.11. Actividades de conservación de calles y avenidas .....	60
2.2.12. Técnicas de mantenimiento y reparación de pavimentos rígidos. ....	60
2.2.13. Trabajos de mantenimiento en pavimentos rígidos .....	61
2.2.13.1. Sellado de Juntas y grietas. ....	61
2.2.13.2 Cepillado de la superficie. ....	63
2.2.13.3. Procedimiento típico de colocación de parches.....	65
2.2.13.4. Bacheo superficial.....	65
2.2.13.5. Bacheo profundo.....	66
2.3. DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS.....	68
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	70
3.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA VARIABLE .....	71
3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA: .....	71
3.3. DETERIOROS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS DE RÍGIDOS EN PIURA.....	72
3.4. DETERIOROS DE LA CUADRA TRES DE LA CALLE AREQUIPA .....	80
3.5. RESULTADOS Y TABLAS:.....	88
3.6. Resultados de la unidad de muestra n°1 sector "A":.....	88
3.7. Resultados de la unidad de muestra n°2 sector B:.....	89
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	90
4. ANÁLISIS DE ÁREAS Y MUESTRAS DE ESTUDIO TOTAL .....	91

4.1. ANÁLISIS DEL RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA N°1	
SECTOR "A" .....	92
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA N°2	
SECTOR B.....	93
4.3. Comparación del porcentaje de área deteriorado de los sectores A y B del pavimento rígido.....	94
4.4. APORTE A LA INVESTIGACIÓN.....	95
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
5.1 CONCLUSIONES .....	104
5.2 RECOMENDACIONES .....	106
5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
ANEXOS.....	109

## ÍNDICE DE CUADROS, IMÁGENES Y GRAFICOS

### ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 01:</b> OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	09
<b>CUADRO N° 02:</b> ANEXO 01 - MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	108

### ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN N° 01:</b> DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS	21
<b>IMAGEN N° 02:</b> FUENTE DE CICLO VIDA DE LOS PAVIMENTOS	23
<b>IMAGEN N° 03:</b> FUENTE CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS CON MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN	24
<b>IMAGEN N° 04:</b> FUERTE TIPOS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS, SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL PAVIMENTO RÍGIDO	25
<b>IMAGEN N° 05:</b> SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL PAVIMENTO FLEXIBLE	26
<b>IMAGEN N° 06:</b> SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL PAVIMENTO SEMI-RÍGIDO	27
<b>IMAGEN N° 07:</b> SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL PAVIMENTO ARTICULADO	27
<b>IMAGEN N° 08:</b> “ETAPAS PARA LA PREPARACIÓN DE LA BASE”	28
<b>IMAGEN N° 09:</b> ETAPAS PARA LA PREPARACIÓN DE LA SUB-RASANTE”	30
<b>IMAGEN N° 10:</b> FISURA LONGITUDINAL O DIAGONAL	41
<b>IMAGEN N° 11:</b> FISURA LONGITUDINAL	43
<b>IMAGEN N° 12:</b> FISURA DE ESQUINA	45
<b>IMAGEN N° 13:</b> FISURA EN BLOQUE	47
<b>IMAGEN N° 14:</b> LOSAS SUBDIVIDIDAS	47
<b>IMAGEN N° 15:</b> HUNDIMIENTOS	48
<b>IMAGEN N° 16:</b> BACHES	50
<b>IMAGEN N° 17:</b> DESCASCARAMIENTO	52
<b>IMAGEN N° 18:</b> LEVANTAMIENTO DE LOSAS	53
<b>IMAGEN N° 19:</b> DESPOSTILLAMIENTO	55
<b>IMAGEN N° 20:</b> PARCHADO	58
<b>IMAGEN N° 21:</b> LIMPIEZA Y RESELLADO DE JUNTAS	61
<b>IMAGEN N° 22:</b> CORTE	62
<b>IMAGEN N° 23:</b> CEPILLADO DE JUNTAS	64

<b>IMAGEN N° 24:</b> PROCEDIMIENTO TÍPICO DE COLOCACIÓN DE PARCHES	65
<b>IMAGEN N° 25:</b> BACHEO PROFUNDO, DOSIFICACION Y CORTE DE ÁREA A RECUPERAR	67
<b>IMAGEN N° 26:</b> BACHEO PROFUNDO, ESPESOR DISEÑADO DE CONCRETO	67
<b>IMAGEN N° 27:</b> LA COMPACTACIÓN	68
<b>IMAGEN N° 28:</b> REMOCIÓN DE PARTES AFECTADAS DE CONCRETO	95
<b>IMAGEN N° 29:</b> REPARACIÓN DEL ESPESOR TOTAL DE LA LOSA	98

### **ÍNDICE DE GRAFICOS**

<b>GRÁFICO N° 01:</b> PORCENTAJE DE ÁREAS Y MUESTRAS DE ESTUDIO	90
<b>GRÁFICO N° 02:</b> PORCENTAJE DE ÁREAS AFECTADAS DEL SECTOR A	91
<b>GRÁFICO N° 03:</b> PORCENTAJE DE ÁREAS AFECTADAS EN EL SECTOR" B	92
<b>GRÁFICO N° 04:</b> PORCENTAJE DE ÁREA AFECTADA DE LOS SECTORES "A" Y "B"	93

### **ÍNDICE TABLA**

<b>TABLA N° 01:</b> ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	36
<b>TABLA N° 02:</b> CORRELACIÓN DE CATEGORÍA CON RANGO PCI	37
<b>TABLA N° 03:</b> NIVEL DE SEVERIDAD DE LOS BACHES	51
<b>TABLA N° 04:</b> MUESTRAS Y ÁREAS EN ESTUDIO	87
<b>TABLA N° 05:</b> FALLAS ENCONTRADAS SECTOR" A"	87
<b>TABLA N° 06:</b> FALLAS ENCONTRADAS SECTOR "B"	88
<b>TABLA N° 07:</b> COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE DETERIORO	89
<b>TABLA N° 08:</b> COMPARACIÓN DE PORCENTAJES DE ÁREAS DAÑADAS POR SECTORES	102

## INTRODUCCIÓN

Las vías de la ciudad aparte de ser medios de comunicación deben ser elementos que definen la arquitectura y ornato. Una ciudad moderna debe tener sus calles correctamente transitables que den comodidad, tranquilidad y confort. Deben estar en buen estado de modo que la transitabilidad permita el traslado de un lugar a otro y hasta cierto modo economizar el gasto de los vehículos.

Una ciudad moderna que va al ritmo de los cambios que la población demanda, debe tener servicios eficientes para asegurar una mejor calidad de vida a sus habitantes y un desarrollo armónico como ciudad.

Piura, lamentablemente tiene grandes problemas con la administración y suministro de sus servicios y uno de ellos es el tema de las pistas y veredas. El asfalto de las vías está desapareciendo poco a poco dando paso a trochas polvorientas e intransitables que generan irritación a los vecinos y conductores.

La actual administración municipal y las anteriores no han podido reconstruir ninguna de las avenidas de la ciudad. La actual no se preocupa de dar mantenimiento a las calles por ello el asfalto se deteriora y poco a poco, desaparece mortificando a los vecinos que ven cómo su ciudad cada vez es menos amigable, menos vivible y más caótica.

Sin duda que las autoridades involucradas deben de comenzar a trabajar en serio para demostrar que están al frente de la municipalidad, y que tienen la capacidad para hacer de esta ciudad un lugar mejor para todos. Después de año y medio la población reclama que atiendan y solucionen los problemas más evidentes como por ejemplo, el tema de las pistas.

Todavía están a tiempo de empezar a trabajar en un programa de recuperación. Deberían hacerlo en serio porque los piuranos los

eligieron para gobernar y mejorar la ciudad. (Diario el Tiempo 12 de junio, del 2016).

En la ciudad norteña de Piura, entre los meses de enero y marzo ocurren lluvias que de alguna manera contribuyen al deterioro de las calles y avenidas, es de vital importancia evitar la generación de baches, grietas, etc. que afectan a los automóviles y a la ciudadanía en general, por ello al tener estas vías con mejoras por parte de las autoridades pertinentes, permitiendo así a los ciudadanos reducir tiempos de traslados, sumado a que contarán con una mejor condición de vida.(Diario El Tiempo 02/06/10).

En esta tesis se entrega una descripción resumida de los pavimentos, sus tipos, las fallas más importantes que los afectan y de las causas que más comúnmente las originan.

El análisis de las fallas mediante inspección visual aplicado al sector del jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez cerro, y Jirón Cajamarca” donde se verán los tipos de fallas ocurridas y la solución de conservación que se le deberá aplicar.

En este proyecto de investigación se presentan los siguientes capítulos:

En el capítulo I se describe la problemática del Jirón Arequipa cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca, la delimitación de la investigación, el planteamiento del problema, el objetivo, la formulación de las hipótesis, la variable, el diseño de la investigación, la población, muestras y técnicas e instrumentos de investigación, la justificación y la importancia de la investigación del proyecto.

En el capítulo II se abordan los antecedentes de la investigación tanto local, nacional e internacional, y los aspectos teóricos relacionado a las fallas de los pavimentos rígidos, descripción, causas y niveles de severidad. Además de mantenimientos y reparaciones para estas fallas.

En el capítulo III se da a conocer los resultados de la investigación de cada una de las fallas encontradas en el pavimento rígido en estudio del Jirón Arequipa de la cuadra dos a la cuadra tres mediante la inspección visual en campo, con fotografías.

En el capítulo IV se ofrece la discusión e interpretación de los resultados de la investigación obtenida en campo.

En el capítulo V después de un estudio se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.**

## 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La problemática se da con la aparición de fallas estructurales en el pavimento (asentamientos y agrietamientos), factores externos (fallas geológicas, características climatológicas de la zona) o falencias, también cabe indicar, en la elaboración de los expedientes técnicos para la ejecución de los contratos. La formación de fallas en la vía produce la restricción del tránsito parcialmente. (Núñez, Jaime y Álvarez 2014)

En el diario El Correo (16, octubre 2015), el consultor Martell Agusti., Luis. Afirma que “No es necesario ser un especialista en transporte para concluir que el sistema vial de la provincia de Piura se encuentra en mal estado”. Solo basta con recorrer la ciudad para observar las deficiencias en infraestructura (calles, pistas etc.)

La condición descrita se traduce en el pésimo estado de las principales calles de la ciudad, como las avenidas Don Bosco (Circunvalación), Grau, Sánchez Cerro, Cáceres y Vice que a cada pocos metros presentan huecos.

La calle en estudio es Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av: Sánchez cerro y Jirón Cajamarca se encuentra ubicada en el centro de Piura, siendo esta una calle muy transitada por vehículos menores como taxis, motos lineales, camionetas, etc. requiere conservar un buen estado, pero actualmente se visualiza un deterioro del concreto presentando baches, parches deteriorados y fisuras. Estos problemas al no ser atendidos irán haciéndose más graves, siendo nuestro departamento y en especial nuestra ciudad una zona con dos climas que alteran y deterioran rápidamente nuestras vías como son las lluvias y el calor. Todo ello genera un rápido desgaste de la vía, malestar entre los transeúntes y el deterioro de vehículos.

## **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El proyecto se desarrollara en el departamento de Piura, provincia Piura y distrito de Piura como ciudad base para realizar la investigación que se plantea.

### **1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Este proyecto inicio con una idea de protocolo de tesis, basándome en las fallas de las carreteras producidas por aspectos estructurales en el pavimento (asentamientos y agrietamientos), factores externos (fallas geológicas, características climatológicas de la zona). Se inició en mayo del 2016.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVETIGACIÓN**

### **1.3.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Será viable un mantenimiento del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3 entre la Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca?

### **1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Hasta qué medida él evaluar el estado actual de la transitabilidad de la vía en estudio se resolverán los problemas existentes en dicha vía?

¿El análisis de las fallas de las distintas avenidas que se aprecian en la ciudad de Piura, permitiría evaluar el tipo de mantenimiento más óptimo para cada una, logrando reducir el desgaste acelerado de ellas?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el “Mantenimiento de las calles y Avenidas de Piura para lograr una normal transitabilidad vehicular “Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la Cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca.

### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer mediante un análisis de las fallas las causas que originaron la problemática de transitabilidad en el jirón en estudio.
- Plantear soluciones adecuadas en mantenimientos de fallas superficiales con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular.

## **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Al realizar el mantenimiento del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca, permitirá una normal transitabilidad?

### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Al analizar las patologías existentes en el pavimento lograremos conocer la severidad de las fallas encontradas

- Al subsanar las patologías del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca se logrará mejorar la transitabilidad.

## **1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

El mantenimiento de Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3

### **1.6.2. VARIABLES DEPENDIENTES**

La transitabilidad vehicular

### 1.6.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Mantenimiento de Jirón Arequipa de la cuadra 2 y cuadra 3	El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mantenimiento superficial:               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Pavimento flexible: Bacheo, parches deteriorados.</li> <li>b) Pavimentos Rígidos: sellado de juntas y grietas longitudinales y transversales.</li> </ul> </li> </ul>	Mantenimiento preventivo Mantenimiento rutinarios Mantenimiento periódico	Inspecciones. Verificación de fallas.
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Transitabilidad vehicular.	Es el paso de vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste.	Disminución de fallas	Grado de afectación.	Niveles de severidad: Baja Media Alta

Cuadro N° 01: Operacionalización de variables - Fuente: propia

## **1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Investigación científica básica.

### **1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Es Descriptiva y Explicativo.

### **1.7.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN<sup>1</sup>**

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

- ✓ Método Inductivo: Utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general, se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría.
- ✓ Método Analítico.- El método analítico es un proceso cognoscitivo que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.
- ✓ Método dialéctico: este método se caracteriza por su universalidad, porque, es un método general, es aplicable a todas las ciencias y a todo proceso de investigación.
- ✓ Método deductivo: el método deductivo consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones

---

<sup>1</sup> Información obtenida de: <http://shounyalamilla.blogspot.pe/p/23-tipos-de-Metodos-inductivo-deductivo.html>, revisada por última vez el día 22/01/2017.

particulares. El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación Universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

#### **1.7.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de diseño a utilizar es el de tipo no experimental, es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables, es decir, es una investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables. Lo que se hace es una investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. **Hernández, Fernández y Baptista (1998)**

### **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.8.1. POBLACIÓN**

Se tomará el Jirón Arequipa de la ciudad de Piura.

#### **1.8.2. MUESTRA**

Tomamos la muestra Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca.

### **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **1.9.1. TÉCNICAS**

La técnica que será utilizada en esta investigación es:

Observación<sup>2</sup>: Es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación.

### **1.9.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos que serán utilizados nos llevarán a la recolección de datos que se plasmará en:

- Observación
- Cuadros de recolección de datos

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. JUSTIFICACIÓN**

En las carreteras, avenidas y calles, es importante que cuenten con los requerimientos que se dan para un óptimo desarrollo dentro del territorio nacional, por ello es importante una buena calidad del suelo, un perfecto control de los materiales y el equipo técnico que participan en la construcción de las vías.

La presente investigación va orientada a determinar los factores que influyen en el mal estado de las calles y avenidas de Piura: Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca” y el malestar que provoca en los conductores, habitantes, peatones y así

---

<sup>2</sup> Información obtenida de: [http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html), revisada por última vez el día 22/01/2017.

realizar una solución mediante una propuesta de mantenimiento para que las calles de la zona urbana den un ambiente propicio y una imagen favorable de Piura.

Esta investigación se justifica por el planteamiento del problema existente en la zona de estudio, el análisis que se le hará y las propuestas a las posibles soluciones que se plantearan. Así como determinar los factores que influyen en el deterioro de las vías y así dar a conocer la incidencia que trae el mal estado de las calles de la zona urbana.

#### **1.10.2. IMPORTANCIA**

Es una importante y una necesidad local el mantenimiento y conservación de las calles y avenidas de la ciudad de Piura, para velar por su ornato y una normal transitabilidad de modo que los vehículos tengan una disminución de gastos por repuestos y que la vida de estos sea prolongada.

Por ello mediante la inspección visual, nos ayudará para identificar el estado de nuestra calle Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca”, para proponer un proceso de mantenimiento y reparación pertinente.

Porque una ciudad ordenada y con sus calles en buen estado aportan al desarrollo de la misma y al bienestar de sus habitantes.

# **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Varios estudiosos han tocado este tema de las fallas en pavimentos rígidos, entre estos tenemos:

- A)** Altamirano Kauffmann, Luis (Nicaragua-20017) en su investigación “Deterioro de Pavimentos Rígidos Metodología de medición, posibles Causas de deterioro y reparaciones”, presenta una descripción general de los pavimentos rígidos con las posibles causas de deterioros.

Concluye que la mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de las estructuras de pavimentos que por falta o inadecuado mantenimiento, están progresan hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento en bloques; baches de profundidad que afecta el tráfico circundante y propicio para acumulación de agua; grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero de losa; deficiencia en los materiales de sellos producto del alabeo de las losas por los cambios volumétricos debido a las temperaturas permitiendo esfuerzos de flexión en el interior de las grietas y ocasionando fracturamiento superior y descascaramientos; peladuras con incidencia de rugosidades altas y moderadas que propician la aparición de hundimientos y baches localizados; hundimientos producto de la falta de soporte de la fundación por la calidad de los suelos que integran las capas inferiores a la carpeta de rodamiento.

- B)** Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia-2012) presentan su tesis “ Estudio de las Fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del Municipio De Tamalameque Cesar” concluyen que Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de éstos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.
- C)** Miranda Rebolledo Valdivia, Ricardo Javier (Chile-2010) en su tesis: “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos” presentada para optar por el título de Ingeniero constructor concluye que: Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de 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. Además la conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.**

- A)** Sarmiento Soto, Juan Alberto y Arias Choque, Tony Waldo (Lima-2015) presentan su proyecto profesional para optar el título de ingeniero civil denominado: “Análisis y Diseño Vial de la Avenida Mártir Olaya ubicada en el Distrito de Lurín del Departamento de

Lima” concluyendo que las condiciones actuales de la avenida Mártir Olaya muestran fácilmente la necesidad de un pavimento que cumpla con las condiciones actuales del tráfico. Al encontrarse un pavimento con tal deficiencia, el recapeo no es una opción a considerarse y se encuentra como única solución la reconstrucción.

- B)** Llosa Grau, Joaquín (Lima-2006) presenta su proyecto profesional: “Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos”. El presente trabajo tiene por objeto desarrollar la evaluación superficial de los pavimentos en el municipio de La Molina, sugiriendo una metodología racional que permita evaluar las vías periódicamente y de esta manera estructurar un plan de desarrollo técnico y económico para su rehabilitación o mantenimiento. concluyendo que: El tiempo de servicio de los pavimentos depende de los trabajos de rehabilitación, tanto del tipo superficial como estructural. Un mantenimiento adecuado y una buena práctica de limpieza mejoran la serviciabilidad del pavimento e incrementa su vida útil. Los municipios en la actualidad esperan que las vías estén totalmente deterioradas para realizar el mantenimiento o rehabilitación, lo cual está mal debido a que el costo de mantenimiento y rehabilitación es bastante mayor que si se realizara un trabajo periódico.

**C)** Hidalgo Gamarra, Joissy Catherine (Lima-2006) presenta el Proyecto Profesional: “Evaluación del Sistema de Gestión de Pavimentos Flexibles en el Perú”. Concluyendo que el desarrollo del deterioro depende no solamente de los factores climáticos y de las cargas de tránsito sino también de la calidad o performance que presente el pavimento al inicio, esto a su vez está relacionado al buen diseño del pavimento y su buena construcción para lo que se requiere de una mayor inversión inicial, pero que convendrá a largo plazo al invertir menos en el mantenimiento o rehabilitación. Esto se corrobora al comparar los costos obtenidos de los pavimentos peruanos y estadounidense para las diferentes estrategias de mantenimiento. En el país existe una preocupación por mejorar en el ámbito de la gestión de pavimentos, el primer paso ya se ha dado, con constancia, perseverancia y disciplina, es decir, debemos empezar a considerar las bondades del largo plazo, de la buena planificación y la constancia, así no sólo las entidades sino que todos podrán lograr desarrollar sus potencialidades.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

**A)** Morales Olivares, Javier Paúl (Piura-2004) presenta su tesis “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo” para optar el título de Ingeniero Civil concluye que la metodología propuesta en la presente tesis, es aplicable a los pavimentos de Piura pese a que no se cuenta con el equipo necesario para realizar las evaluaciones pertinentes, las cuales se pueden reemplazar con

equipos menos sofisticados como son: el rugosímetro (evaluación superficial) y el Deflectómetro Viga Benkelman simple (evaluación estructural) que se encuentran disponibles en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- B)** Gamboa Chicchón, Karla Patricia (Piura-2009) presenta su tesis para optar por el título de Ingeniero Civil denominada: “Cálculo del Índice de Condición Aplicado en del Pavimento flexible en la Av. Las palmeras de Piura”. Los resultados de este trabajo llevan a concluir que gran parte de la Av. Las Palmeras se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo, existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación. Concluyendo que: El índice de condición del pavimento (PCI) es un método de auscultación sencillo y que aplicado adecuadamente resulta de gran utilidad, ya que, permite estimar según el valor del PCI, el estado real del pavimento y las posibles técnicas de conservación, mantenimiento y/o rehabilitación a emplear.
- C)** (Diario El Tiempo 02/06/10) indica que: En las diferentes arterias de Piura la EPS Grau que no puede permitirse que rompa las pistas y no reponga el pavimento ni el rígido (bloquetas) y el flexible (asfalto).cada parche que realizan, la Comuna invierte un promedio entre 3 mil a 4 mil nuevos soles. Muestra clara de los huecos son los de la Av. Sánchez Cerro con calle Cuzco en donde la Empresa Prestadora hace 10

días rompió la pista y ahora luce un hueco abandonado. La Municipalidad Provincial de Piura a través de la Gerencia Territorial y de Transportes emitirá un documento a la Empresa Prestadora de Servicios Grau S.A. (EPS Grau S.A.) para que cumpla con la tarea de reponer el pavimento en las diversas calles y avenidas de la ciudad, las mismas que rompe para realizar sus trabajos de mantenimiento de tuberías.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. PAVIMENTOS.<sup>3</sup>**

El pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados comprendidas entre el nivel superior de las terracerías (subrasante) y la superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales. Así como la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que no se deforme de modo de manera perjudicial.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver en la siguiente imagen. <sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento: 21

<sup>4</sup> Miranda Rebolledo, Ricardo Javier Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 01

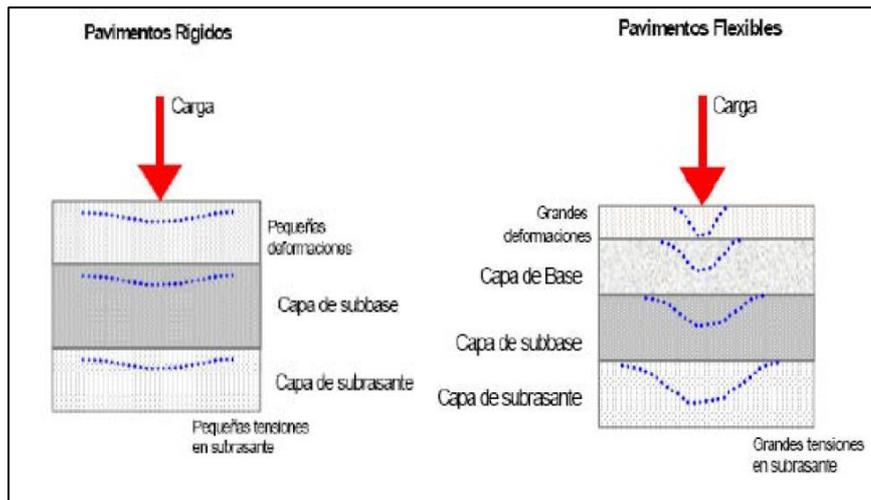


Imagen 01- Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos  
Fuente: Ricardo Javier miranda Rebolledo Valdivia – Chile

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

### 2.2.2. Ciclo de vida de los pavimentos<sup>5</sup>

El ciclo de vida del pavimento, sin considerar un mantenimiento y rehabilitación, se puede representar mediante una curva de comportamiento, la cual es una representación histórica de la calidad del pavimento. Dicha curva evidencia cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

<sup>5</sup> Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.

- ✓ Construcción: El estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural.
- ✓ Deterioro imperceptible: El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual está alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular.
- ✓ Deterioro acelerado: Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre.
- ✓ Deterioro total: Esta etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos

empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumenta y la vía se hace intransitable para autos.<sup>3</sup>

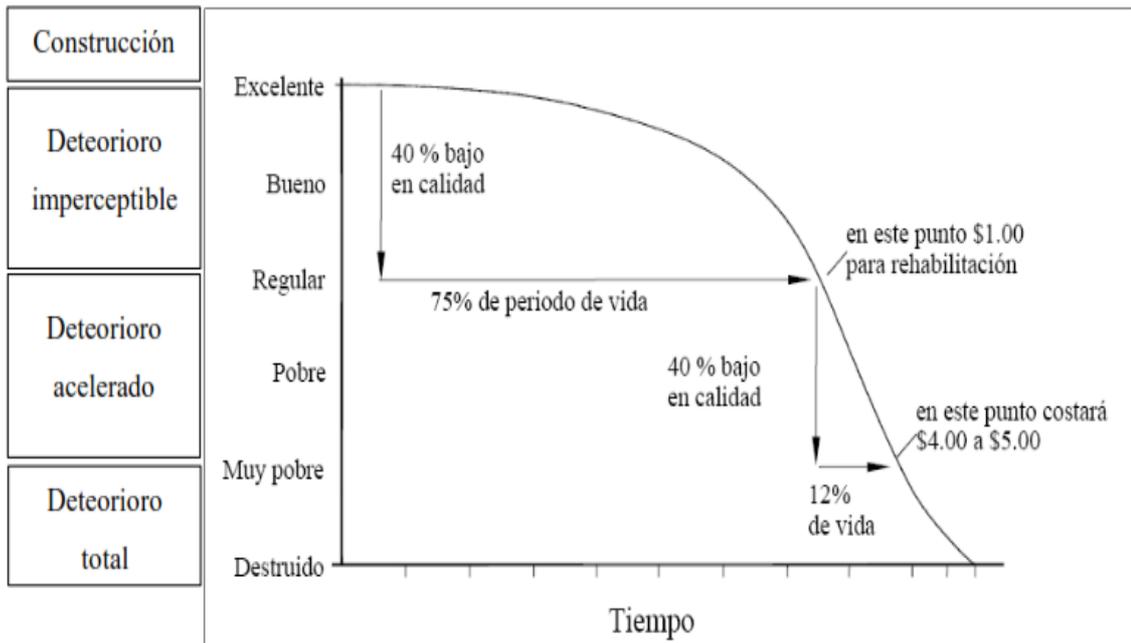


Imagen 02: Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Sánchez -2012

Es importante citar que con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento se puede determinar la condición. Asimismo existen otras variables además del tiempo como el número de ejes equivalentes y el tránsito acumulado que nos permitirán graficar la degradación del pavimento. Asimismo el ciclo de vida de los pavimentos puede alargarse si se realiza trabajos de mantenimiento y rehabilitación de manera oportuna, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

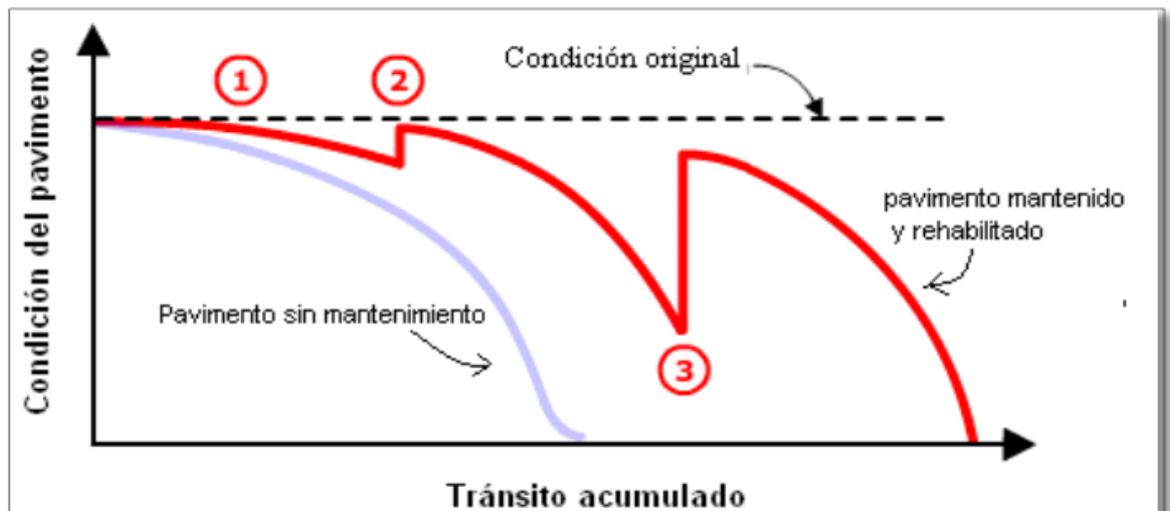


Imagen 03: Ciclo de vida de los pavimentos con mantenimiento y rehabilitación

Fuente: Sánchez - 2012

Se puede observar la curva gris que representa el comportamiento de un pavimento sin intervención y la de color rojo con mantenimiento y rehabilitación. En la curva roja se identificaron tres puntos, los cuales se describen a continuación:

En el punto 1 el pavimento se deteriora con menor rapidez debido a trabajos de mantenimiento. En el punto 2 se aplica un trabajo inicial de rehabilitación que restaura la condición del pavimento. Por último en el punto 3 se realiza una segunda intervención de rehabilitación que restaura la mayoría de la condición original del pavimento.

En el siguiente punto se desarrollara el tema de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

### 2.2.3. Tipos de pavimentos<sup>6</sup>

Se presentan principalmente 4 tipos de pavimentos, los cuales son flexibles, rígidos, semirígido y articulados. Se diferencian por la estructura y las capas que las conforman. Asimismo como se transmiten los esfuerzos y deflexiones a las capas subsecuentes.

Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico con o sin acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la sub-base y estas sobre la sub-rasante. Tiene costos iniciales de construcción altos en comparación con los pavimentos flexibles y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años.

El mantenimiento que requiere es mínimo, primordialmente en las juntas.



Imagen 04: Tipos de pavimentos flexibles y rígidos, sección típica transversal pavimento rígido

Fuente: Armijos -2009

<sup>6</sup> Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05

Por otro lado un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este pavimento está compuesto de una carpeta asfáltica, base granular y capa de sub-base. Es más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Requiere de un mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

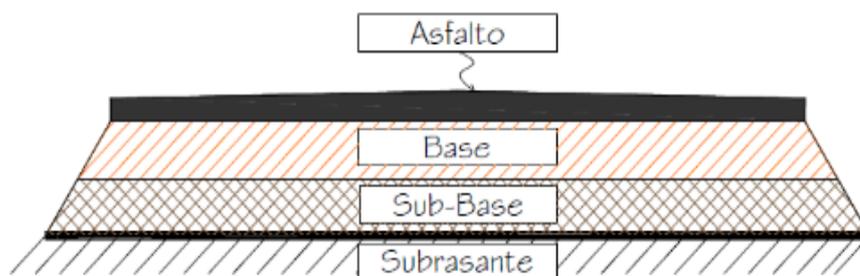


Imagen 05: Sección típica transversal pavimento flexible  
Fuente: Armijos 2009

Los pavimentos semi-rígidos contienen la misma estructura que los flexibles, con la variación que se rigidiza artificialmente una de las capas con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; incrementando la capacidad portante del suelo. Dentro de este tipo están incluidos los pavimentos compuestos, los cuales combinan tipos de pavimentos flexibles y rígidos, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima.

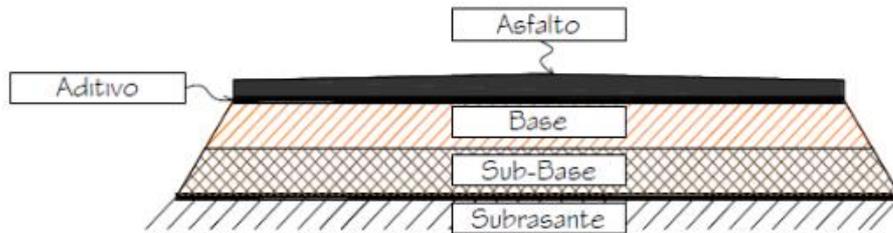


Imagen 06: Sección típica transversal pavimento semi-rígido  
Fuente: Armijos 2009

Por último tenemos a los pavimentos denominados articulados, cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

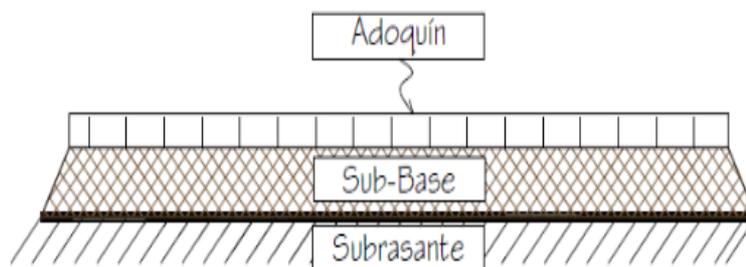


Imagen 07: Sección típica transversal pavimento articulado  
Fuente: Armijos 2009.

## 2.2.4. ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.<sup>7</sup>

### 2.2.4.1. Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los

<sup>7</sup> Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares, pero para tránsito pesado se emplean ya materiales granulares tratados con un cementante.

### Etapas para la preparación de la base



Imagen 08: Etapas para la preparación de la base

Fuente: Sánchez 2010

#### 2.2.4.2. Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la sub-base es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón y

puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. Debe ser un elemento permeable para que cumpla también una acción drenante, para lo cual es imprescindible que los materiales usados carezcan de finos y en todo caso suele ser una capa de transición necesaria.

Esta capa no debe ser sujeta al fenómeno de bombeo para que sirva como plataforma de trabajo y superficie de rodamiento para las máquinas pavimentadoras. En los casos que el tránsito es ligero, principalmente en vehículos pesados, puede prescindirse de esta capa y apoyar las losas directamente sobre la capa subrasante. Se emplean normalmente sub-bases granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

#### **2.2.4.3. Sub-rasante.**

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes.

Con respecto a los materiales que constituyen la capa subrasante, necesariamente deben utilizarse suelos compactables y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



**Imagen 09:** Etapas para la preparación de la sub-rasante

Fuente: Sánchez 2010

#### **2.2.5. ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO RÍGIDO.<sup>8</sup>**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losa y juntas sin pasajuntas,

---

<sup>8</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 09

las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables.

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia de hormigón de las losas, para una carga y suelos dados.

Aunque en teoría las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase que se construye sobre la capa subrasante.

#### **2.2.5.1. Tipos de Pavimentos Rígidos<sup>9</sup>:**

##### **a) Concreto hidráulico simple**

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

##### **b) Concreto hidráulico reforzado**

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

---

<sup>9</sup> Ing. Luis. F. Altamirano Kauffmann -Deterioros en pavimentos rígidos – Pág. 08

### **c) Concreto hidráulico reforzado continuo**

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

## **2.2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS<sup>10</sup>.**

### **2.2.6.1. PAVIMENTO FLEXIBLE**

#### **Ventajas:**

- Su construcción inicial resulta más económica.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.

#### **Desventajas:**

- Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.

---

<sup>10</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 13

- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales.
- Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto está húmedo y con huellas.
- Una vez que se han formado huellas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.

#### **2.2.6.2. PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

##### **Ventajas:**

- El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- El hormigón no se ahueca nunca, por lo tanto no hay acumulación de agua y por ende, tampoco se produce hidropneumático. Por otra parte, se disminuye el efecto "spray" que es el agua que despiden los vehículos que van adelante sobre el parabrisas de atrás, impidiendo la visibilidad.
- Es fácil darles "rugosidad" a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.
- La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la planeidad.

- La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente, los pavimentos de hormigón se pueden construir más suaves que los de asfalto.
- A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuellamiento, deformaciones o lavado de áridos.
- La superficie dura del hormigón hace más fácil el rodado de los neumáticos.
- El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida.
- El hormigón tiene una vida promedio de 30 años.
- Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.

**Desventajas:**

- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.
- Se deben tener cuidado en el diseño.

**2.2.7. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS<sup>11</sup>**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al conducir, esto significa que el camino debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada.

---

<sup>11</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, "Gestión de Conservación vial" Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

En la presente investigación medimos la condición del Pavimento con la siguiente escala del PCI.

<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 N° 01- Índice de la condición del Pavimento

Fuente: PCI

### **Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos**

Existen distintos niveles de intervención en la conservación vial, estos se clasifican en función a la magnitud de los trabajos necesarios, desde una intervención simple hasta una intervención más complicada y por ende más costosa. El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores. Buscando recuperar el deterioro de la capa de rodadura

ocasionados por el tránsito y por los efectos del clima. Más allá de cierto punto, el simple mantenimiento no es suficiente y se requieren obras de rehabilitación que conducen a un mejoramiento en la condición del pavimento, recuperando las condiciones iniciales de la vía.

Las actividades de mantenimiento se agrupan en dos categorías, las cuales son: preventivas y correctivas.

- ❖ El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro.
- ❖ Por su parte el mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas.

A continuación se presentan la tabla 02 donde se relacionan los rangos de PCI de un pavimento Rígido a la categoría de acción a utilizar.

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Tabla N° 02 – Correlación de categoría con rango PCI

Fuente: PCI

## **2.2.8. Importancia de la evaluación de pavimentos<sup>12</sup>**

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

### **2.2.8.1. Tipos de evaluación<sup>13</sup>**

Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre el estado de la condición funcional y estructural. A continuación se describirá a detalle ambos tipos de evaluación.

#### **a) Evaluación funcional:**

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

---

<sup>12</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, "Gestión de Conservación vial" Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

<sup>13</sup> Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito: 02

Entre este tipo de deficiencias se encuentran: La rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente.

**b) Evaluación estructural:**

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento.

**2.2.8.2. Procedimiento para la evaluación superficial del pavimento**

Para efectuar la evaluación superficial de pavimentos se ha considerado 3 pasos importantes a realizar en base a necesidades de identificar los deterioros o fallas del pavimento que serán de material de evaluación específicamente en relación a las características físicas de las calzadas y su superficie de rodadura.

A continuación se describe los pasos a seguir para efectuar la evaluación superficial de los pavimentos mediante la inspección visual de las vías.

**a) Inspección visual.**

Se efectuara un recorrido de la vía a estudiar con la finalidad de obtener información sistematizada. Esta inspección se realiza de a pie, para inspeccionar visualmente las condiciones generales del pavimento seleccionado.

**b) Observación de las fallas:**

Determinar las condiciones del pavimento recorriendo la vía lentamente para observar manifestaciones de fallas en función

de tipo, severidad, extensión de la manifestación y ocurrencia de dichas fallas.

**c) Formato de evaluación:**

Se deberá ser un registro de todo lo observado en el recorrido de inspección visual, anotando todas las manifestaciones de las fallas en las unidades de medidas correspondientes que permita determinar los tratamientos de mantenimiento posibles aplicar. (**Ver anexo**)

**2.2.9. FALLAS<sup>14</sup>**

Son Aquellas deformaciones que se presentan en la capa asfáltica haciendo que aparezcan fisuras, grietas, hundimientos, etc., a lo ancho y largo de la vía, el cual perjudica la transitabilidad de los vehículos ocasionando accidentes, y congestión vehicular y a la vez deterioro de los mismos.

**2.2.9.1. Tipos de Fallas:**

Las fallas en los pavimentos pueden ser separadas en dos tipos que son falla estructural y fallas de superficie o funcional.

**a) Falla Estructural:**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas de proyecto.

---

<sup>14</sup> Información obtenida de: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>, revisada por última vez el día 22/01/2017.

**b) Falla Superficial o Funcional:**

Es Aquella Falla que consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio que afectan de mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro.

Los dos tipos de fallas “Falla superficial o Funcional” y “Falla Estructura” no están necesariamente relacionados, pero pueden establecerse que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá en un plazo más o menos corto la falla funcional. En Ocasiones una falla funcional que no se atiende a su debido tiempo puede también conducir a una falla estructural.

**2.2.10. FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>15</sup>**

**2.2.10.1. Daños en estructura de pavimento**

**a) Fisura transversal o diagonal**

**Descripción:** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.



<sup>15</sup> Ing. Luis f. Altamirano kauffmann Deterioros en pavimentos rígidos: 21

Imagen 10: Fisura longitudinal o diagonal-  
Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles Causas:** Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas.

La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo con las características de las fisuras, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**M (Mediano)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**A (Alto)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**Medición:** Una vez identificada la severidad de la fisura, ésta puede medirse:

- En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.
- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.
- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

#### **b) Fisura Longitudinal:**

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



Imagen 11, Fisura longitudinal  
Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**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/o sus juntas longitudinales.

Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho/longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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/o 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 y/o despostillamiento y/o 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/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**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.

### **c) Fisura de Esquina.**

**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.



Imagen 12: Fisura de esquina

**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.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 con la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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

**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.
- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

**d) Fisura en bloque.**

**Descripción:** Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloque pequeños de área inferior a 1 metro cuadrado.



Imagen 13: Fisura en bloque  
Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son causadas por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y el continuo deflexionar de los planos aceleran la subdivisión en bloques más

pequeños, favoreciendo el despostillamiento de sus bordes.

**Niveles de Severidad:** Se establecen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Bloques definidos por fisuras de severidad baja; los planos relativamente amplios y se mantienen ligados.

**M (Mediano)** Bloques definidos por fisuras de severidad moderada; los planos son más pequeños evidenciándose un moderado despostillamiento de los bordes de las fisuras.

**A (Alto)** Bloques definidos por fisuras de severidad alta; los planos son más pequeños evidenciándose un severo despostillamiento de los bordes de las fisuras, con tendencia a formar bache.

**Medición:** Una vez identificada la severidad de la falla, ésta puede ser medida:

- En metros cuadrados, totalizando metros cuadrados en la sección o muestra.
- En términos de cantidad de losas afectadas, totalizando el número en la sección o muestra; de existir en una misma losa dos manifestaciones se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante. En ambos casos se registran separadamente las fallas según su severidad.

**e) Losas subdivididas.**

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



Imagen 14: Losas subdivididas

Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla y el número de paños en que queda dividida la losa, de acuerdo a la siguiente tabla:

CLASE	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FISURA *	Nº DE Paños en que se divide la Losa
B	Bajo	4 ó 5
M	Mediano	De 6 a 8
A	Alto	Más de 8

Tabla N° 03: Nivel de severidad de losas subdivididas

Fuente: PCI Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

**Medición:** Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, 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.

## 2.2.10.2. Deformación en estructura del pavimento

### a) Hundimiento.

**Descripción:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un Fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.



Imagen 15: Hundimientos

Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en terraplenes cuando existen condiciones muy desfavorables para la fundación, o bien en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del

material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

**Niveles de severidad:** Siendo en general de gran longitud de onda, se pueden diferenciar tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según su incidencia en la comodidad de manejo, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

**M (Mediano)** El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo que genera incomodidad.

**A (Alto)** El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.

**Medición:** Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados pueden computarse sobre la base de:

- Los metros cuadrados afectados.
- El número de losas afectadas.
- Simplemente el número de daños observados.

### 2.2.10.3. Desintegraciones en estructuras del pavimento

#### a) Bache.

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



Imagen 16: Bache

Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** 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.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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:

Profundidad máxima ( cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 – 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 – 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Tabla 04: Nivel de severidad de los baches

Fuente: PCI Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

**Medición:** Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

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

#### b) Descascaramiento y fisuras capilares

**Descascaramiento:** Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden

de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

**Fisuras capilares:** Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de  $120^\circ$ .



Imagen 17: Descascaramiento  
Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción.

Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de concreto armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

**Niveles de severidad:** Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según el tipo de daño y el área de la losa afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.

**M (Mediano)** La losa evidencia descascaramiento, pero éstas son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.

**A (Alto)** La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.

**Medición:** Se miden en términos de número de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla se registra como una losa, con su nivel de severidad correspondiente.

Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección, para cada nivel de severidad.

### c) Levantamiento de losas

**Descripción:** Sobre elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.



Imagen 18: Levantamiento de losas  
Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de concreto, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

**Niveles de Severidad:** Según la incidencia en la comodidad de manejo, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

**M (Mediano)** Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

**A (Alto)** El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad

y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

**Medición:** Los levantamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra, de acuerdo con las premisas siguientes:

- Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.

#### 2.2.10.4. Deficiencia de las juntas

##### a) Despostillamiento.

**Descripción:** 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.

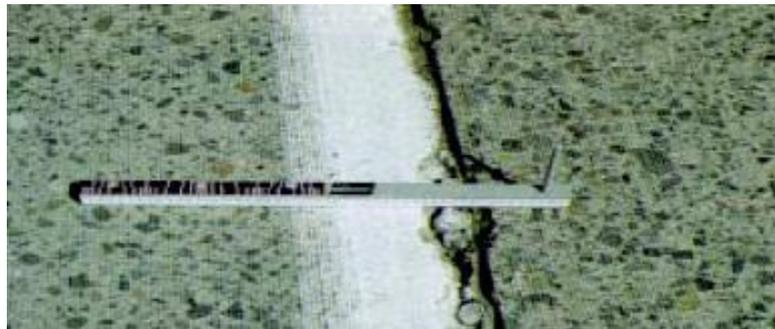


Imagen 19: Despostillamiento

Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Los despostillamientos 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/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Pequeños fracturamientos 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.

**Medición:** 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 sólo borde de la losa se controla como una losa con despostillamiento.
- Si el despostillamiento ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.
- 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.

#### **2.2.10.5. Otros deterioros.**

##### **a) Parchados y reparaciones para servicios públicos**

**Descripción:** 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 serviciabilidad 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.



Imagen 20: Parchados

Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro.

**M (Mediano)** El parche se encuentra moderadamente deteriorado: se evidencia un moderado deterioro o descascaramiento alrededor de sus bordes y/o 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.

**Medición:** Se miden contando separadamente según su nivel de severidad, el número de losas afectadas en una determinada sección o muestra, de acuerdo con 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.

#### **2.2.11. ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CALLES Y AVENIDAS<sup>16</sup>**

La conservación de estas constituye como principal modo que una entidad lleve a cabo su objetivo de proporcionar al usuario, una vía de adecuadas condiciones de transitabilidad.

La conservación vial tiene un propósito preventivo que incluye diversas actividades como las referidas a:

Evitar el ingreso de agua en la estructura del pavimento; por ejemplo, colocando capas de sello asfáltico, sellado de fisuras y grietas, capas asfálticas delgadas, etc.

Eliminar el agua de la estructura del pavimento; por ejemplo, mediante subdrenes, o la restauración del sistema de drenaje.

Restaurar la regularidad superficial del pavimento; por ejemplo, mediante el perfilado y el fresado.

#### **2.2.12. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>17</sup>**

---

<sup>16</sup>Información obtenida de: [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras), revisada por última vez el día 22/01/2017..

- ✓ Las técnicas de mantenimiento caen dentro de dos categorías generales: actividades correctivas y actividades preventivas.
- ✓ Las actividades correctivas reparan una falla dada y mejoran la serviciabilidad del pavimento. La reparación de espesor completo y reparación de espesor parcial son actividades correctivas.
- ✓ Las actividades preventivas son actividades que retardan o previenen la aparición de una falla con el fin de mantener una buena serviciabilidad.
- ✓ Resello de juntas y grietas, nivelación de bermas, instalación de drenes, son técnicas preventivas. El cepillado, la colocación de barras de traspaso de cargas, la estabilización de losas, pueden actuar como técnicas correctivas así como también preventivas.

### **2.2.13. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>18</sup>:**

#### **2.2.13.1. Sellado de Juntas y grietas.**

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas es el utilizado habitualmente:

1. Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de 2 o 3 cm.
2. Utilizando una máquina limpia juntas, limpian las caras verticales de la junta y se remueven los materiales extraños de la superficie del pavimento, extendiéndose varios centímetros a cada lado de la junta.
3. Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta. Las paredes de las juntas deben imprimarse con emulsión asfáltica diluida

---

<sup>17</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010 - Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.

<sup>18</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010- Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos-: 45- 54

(emulsiones del tipo CSS-1 O SS- 1), no deberá imprimirse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo.

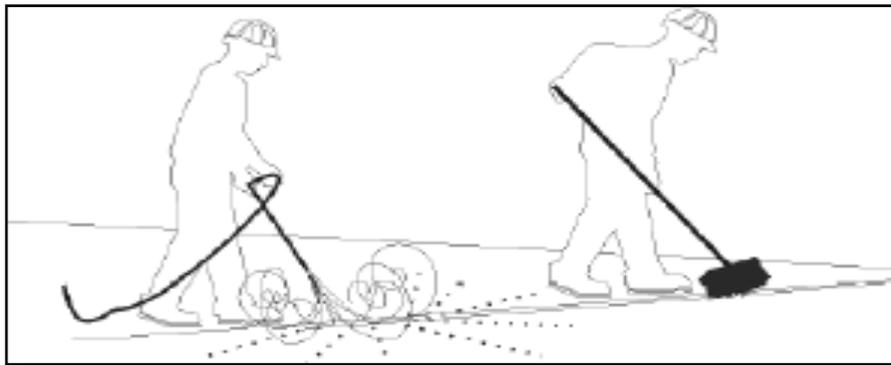


Imagen 21: Limpieza y resellado de juntas

Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

4. Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel; esto se realiza para proporcionar una cara inferior no adhesiva para el sello.

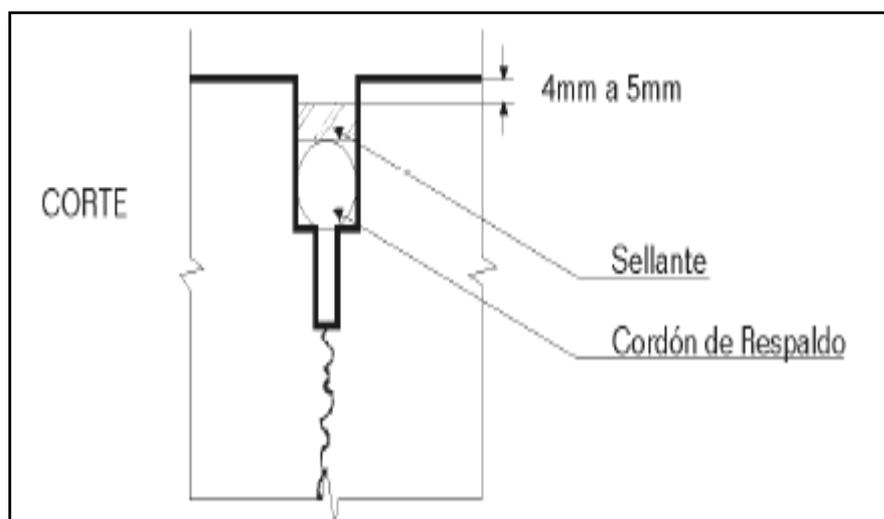


Imagen 22: Corte

5. Se sella en una sola aplicación. Los bordes exteriores de las juntas transversales deben elevarse para evitar que el material de sellado escurra hacia el extremo de la losa.

#### **2.2.13.2 Cepillado de la superficie.**

- Antes de iniciar los trabajos se requiere de señalización de seguridad para trabajos en pista.
- La zona a intervenir deberá ser cepillada hasta que la superficie del pavimento a ambos de lados de una junta transversal o grieta esté en el mismo plano.
- La operación debe terminar en un pavimento que cumpla con una sección transversal típica. En esencia, se desea que el cepillado elimine el escalonamiento en juntas y grietas que el conjunto de todas las variables relacionadas con la calidad del rodado queden dentro de los límites permitidos, es decir, como máximo 6 mm. de diferencia entre losas de hormigón.
- El equipo básico para este trabajo es la cepilladora. Ésta es una máquina específicamente diseñada para suavizar y mejorar la textura para pavimentos de hormigón de cemento mediante estrellas diamantadas.
- El equipo debe ser de un tamaño tal que permita cortar o rasar a lo menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento exige una revisión periódica, especialmente en los que se refiere a la circularidad de sus ruedas. Cualquier anomalía en este último sentido debe ser corregida de inmediato.

- Se requiere un recipiente con agua, ya que la cepilladora requiere de esta para evitar el desgaste mayor de las estrellas, así como para humedecer la superficie y evitar que el hormigón desbastado con el viento se suspenda en el aire, provocando problemas de visibilidad para los vehículos que circulan por las vías laterales. También se necesita de escobillones y palas para retirar los restos de polvo provocados por el cepillado.

### **Cepillado de la Superficie**



Imagen 23: Cepillado de juntas

Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile - 2010

### 2.2.13.3. PROCEDIMIENTO TÍPICO DE COLOCACIÓN DE PARCHES

- 1) Aserrar y remover materiales defectuosos
- 2) Compactar el fondo y aplicar riego de liga a los lados de la caja.
- 3) Colocar mezcla asfáltica en capas de no más de 3" y compactar.

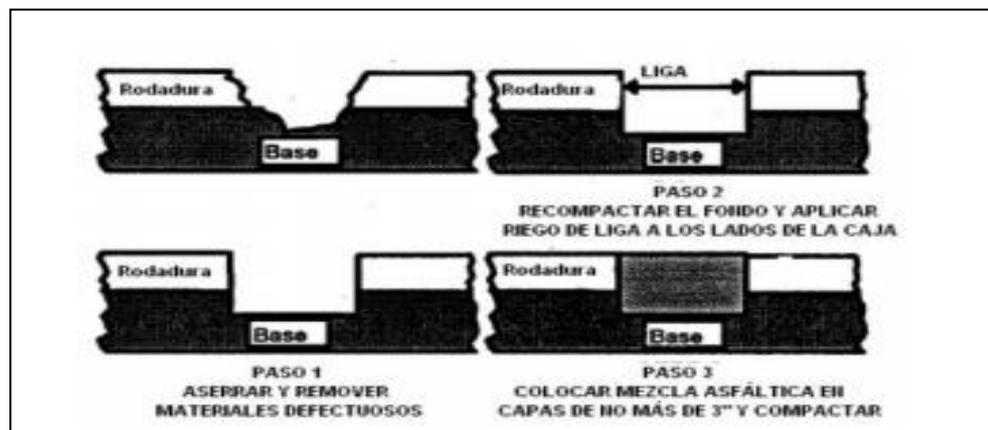


Imagen 24- Procedimiento típico de colocación de parches

Fuente: Sánchez 2009

### 2.2.13.4. Bacheo superficial.

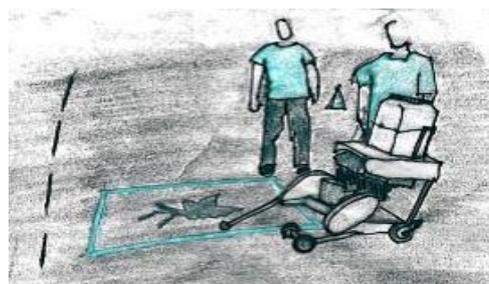
- Instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad, así como contar con los bandereros y paleteros requeridos. Delimitar el área por remover,

marcándola con pintura; darle forma rectangular o cuadrada comprendiendo toda la zona deteriorada y hasta unos 0,30 m dentro del pavimento circundante en buen estado.

- Cortar por líneas que delimitan el área por remover dejando paredes verticales (de preferencia con sierra). Remover la mezcla hasta la profundidad en que se encuentre mezcla sana, sin grietas. En los baches alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo. Poner especial cuidado en no dañar ni soltar la base granular subyacente.
- Retirar los materiales sobrantes y transportarlos sólo a botaderos autorizados donde deben colocarse en forma ordenada y recubrirse completamente por lo menos, 0,30 m del suelo.

### 2.13.5. Bacheo profundo.

- Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.
- El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.
- Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.



Demarcación y corte de área a reparar

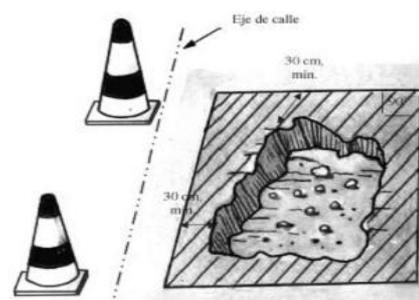


Imagen 25: Bacheo profundo, Dosificación y corte de área a recuperar

Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

- Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.
- Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.

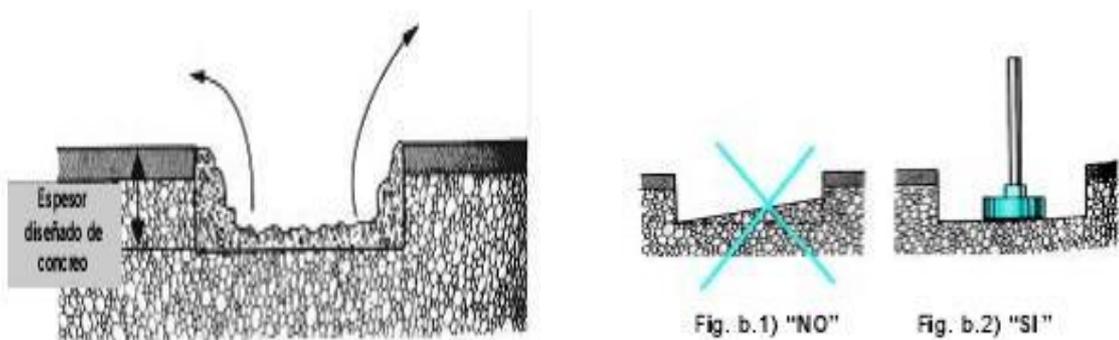


Imagen 26: Bacheo profundo, espesor diseñado de concreto

Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010.

- Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido enérgico.
- La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente. Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado.

- La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.
- La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso. Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.
- El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.

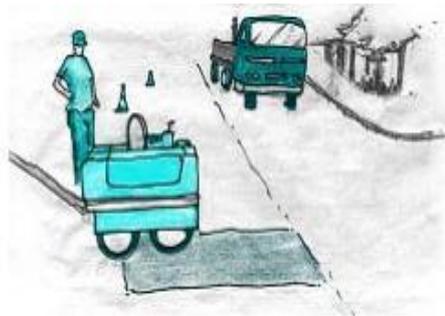


Imagen 27: La compactación

Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Herramientas:** Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número y tamaño de losa, tipos de falla, grado de severidad, cantidades y nombre del encargado de la inspección.
- **Falla por defectos constructivos:** Este tipo de falla se da en pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores, como

son la baja compactación de la sub rasante, no cumplir con el espesor establecido.

- **Falla por fatiga:** Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y construidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.
- **Depresión:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor.
- **Huecos:** Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 mm y con forma de tazón.
- **Hormigón:** agregado global compuesto de arena y piedra, usado para resistencia a la compresión de 100 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Desplazamiento:** Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. (Camposado Olivera, Jhessy Elian)

# **CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **3.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LA VARIABLE**

Para cuantificar las variables se realizó el siguiente procedimiento:

**Evaluación de las fallas en pavimentos rígidos, de Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la 3 entre Avenida Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca, Provincia de Piura, Departamento de Piura.**

Para la evaluación de las fallas en las calles se tomó en cuenta la anchura, forma, longitud y ubicación, información que puede ayudar para determinar un mantenimiento óptimo y pertinente.

Se evaluaron los siguientes daños: parches deteriorados, baches, fisura en bloques, Fisuras longitudinales y transversales.

### **3.2. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA:**

#### **UBICACIÓN**

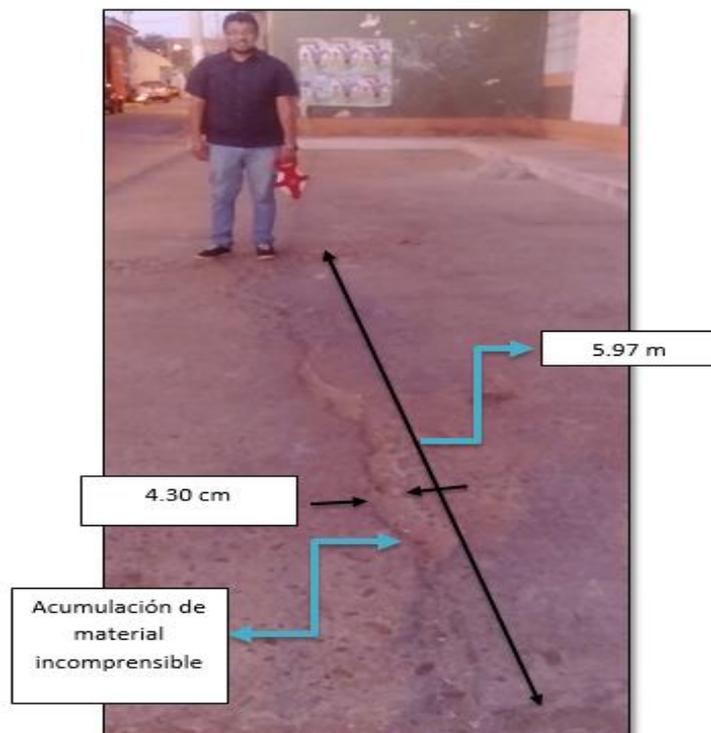
El área de estudio se encuentra ubicada en el centro de la provincia de Piura, departamento de Piura. Se tomó el tramo del Jirón Arequipa de la Cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca. Con una longitud total de 221 m.

### 3.3. DETERIOROS DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS DE RÍGIDOS EN PIURA

#### CUADRA DOS DE LA CALLE AREQUIPA

##### a) Deterioros encontrados en la vía:

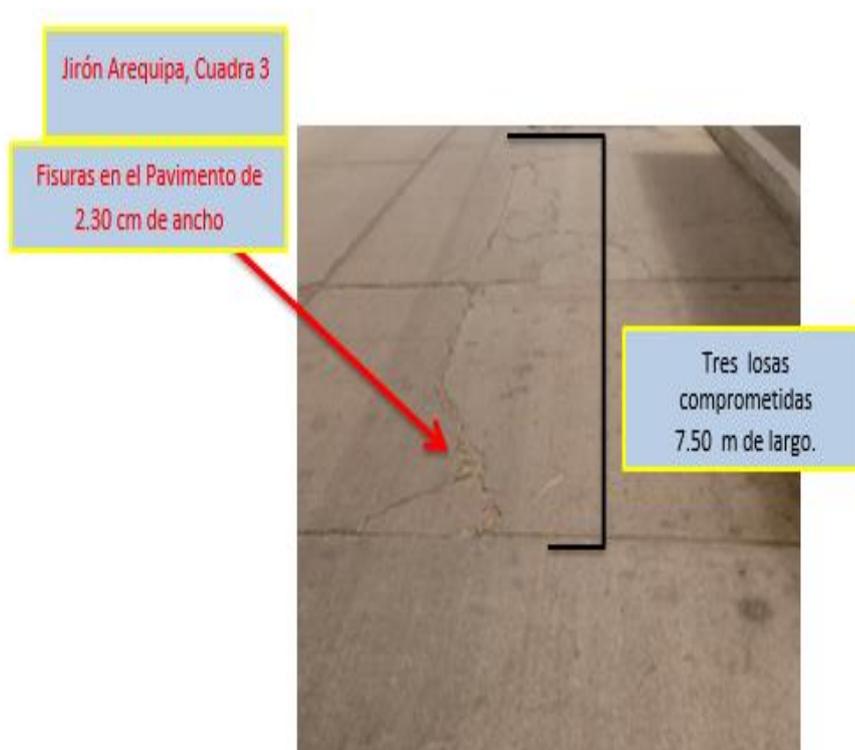
##### ❖ Fisura longitudinal (a)



<b>Descripción:</b>	<b>Forma de medir:</b>
Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje del pavimento, dividiendo la misma	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li><li>• Ancho de fisura: 4.30 cm.</li><li>• Longitud: 5.97 m.</li></ul>

<p>en dos planos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de severidad: Alto, según el manual debe catalogarse en este rango cuando nos encontramos con fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm (1cm)</li> </ul>
-----------------------	--

❖ **Fisuras longitudinal (b)**

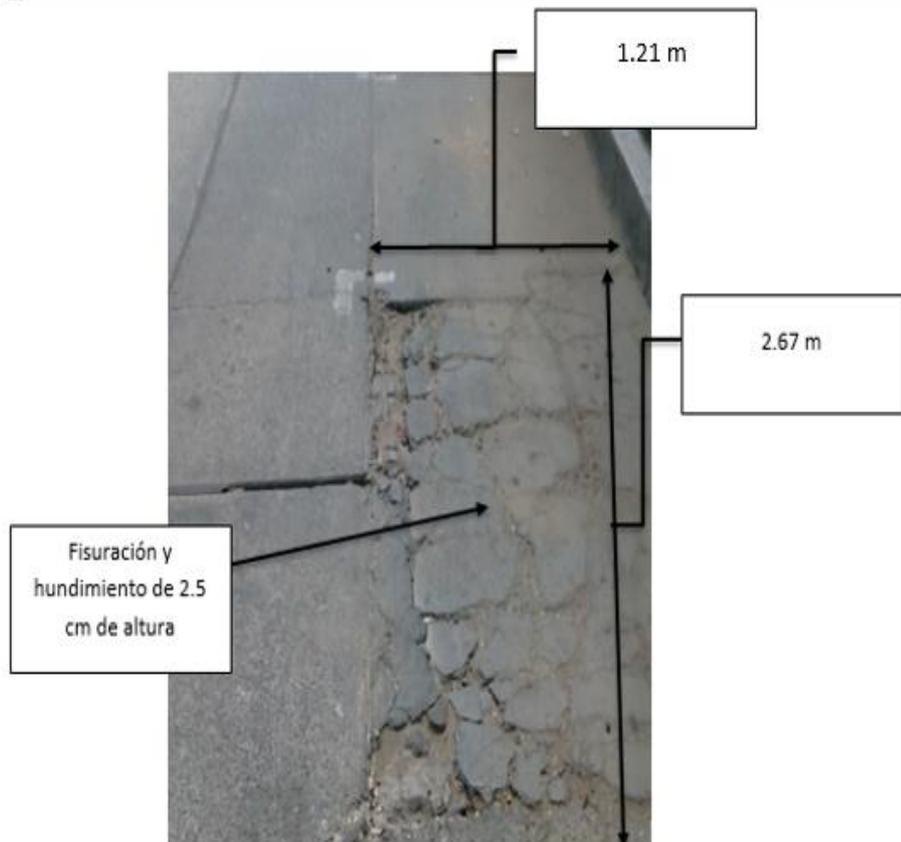


<b>Descripción</b>	<b>Forma de medir:</b>
<p>Podemos observar una fisura longitudinal, paralela al eje de la calle que compromete tres losas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de losas comprometidas: 3</li> <li>• Longitud: 7.50 m</li> <li>• Ancho: 2.30 cm</li> <li>• Nivel de severidad: alto pues presenta más de 10 mm (2.30 cm) de ancho de fisura.</li> </ul>

--	--

❖ **Fisura en bloque:**

L



Descripción:	Forma de medir:
<p>Fracturamiento que subdividen generalmente una porción de la losa en planos o bloques pequeños de área inferior a un metro cuadrado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li> <li>• Ancho de fisura: 3.3 cm.</li> <li>• Altura de hundimiento: 2.5 cm.</li> <li>• Nivel de severidad: Mediano, catalogado dentro de este rango por ser una fisura de ancho entre 3 y 10 mm.</li> <li>• Área afectada: 3.24 m<sup>2</sup>.</li> </ul>

❖ Fisura de esquina:



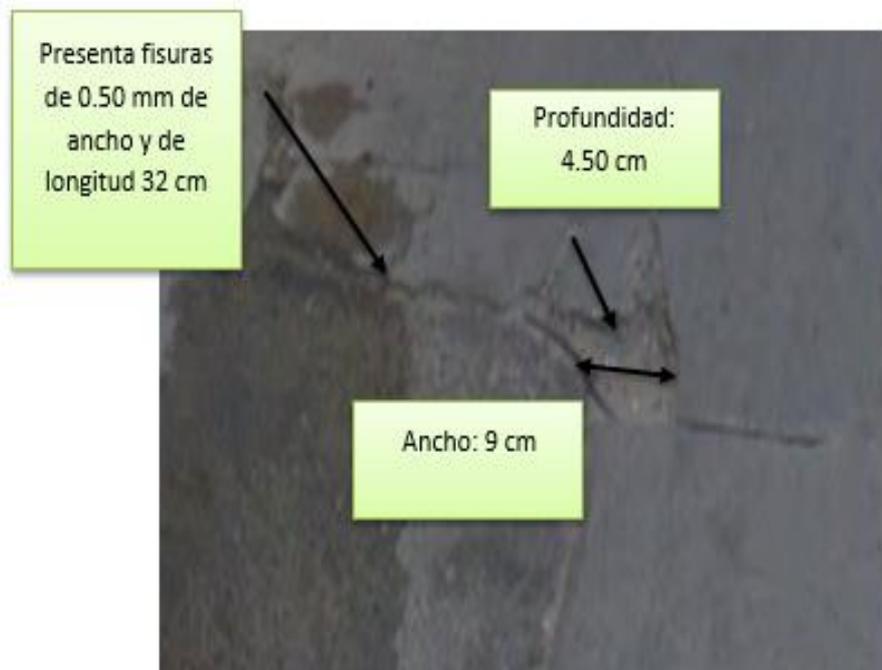
<b>Descripción:</b>	<b>Forma de medir:</b>
<p>Como podemos observar en la siguiente fotografía el pavimento presenta una fisura de esquina que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia de 75 cm además el interior de las juntas contiene piedras y tierra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tableros muestrales afectados: 1 tablero.</li> <li>• Ancho de fisura: 3 centímetros.</li> <li>• Nivel de severidad: Mediano, catalogado dentro de este rango por ser una fisura de ancho promedio a 10 mm.</li> <li>• Altura: 3.5 cm</li> </ul>

❖ **Bache (a)**



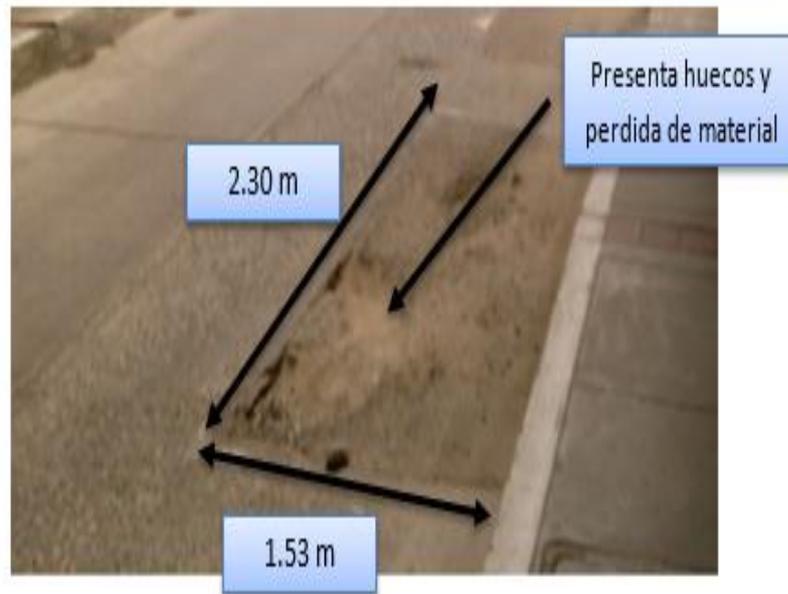
Descripción	Forma de medir
<p>Observamos en la fotografía un bache que se extiende de forma longitudinal, formando una cavidad de bordes irregulares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableros comprometidos: 03</li> <li>• Largo: 10.50 m</li> <li>• Ancho: 13 cm</li> <li>• Área: 1.37 m</li> <li>• Severidad: mediana por tener una profundidad de 2.50 ( Tabla 02: Nivel de severidad de los baches- Fuente – PCI )</li> </ul>

❖ **Bache (b)**



<p><b>Descripción:</b> En esta fotografía podemos observar un bache, y en uno de sus laterales una fisura</p>	<p><b>Forma de medir:</b> Bache:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profundidad: 4.50 cm</li> <li>• Ancho: 9 cm</li> <li>• Nivel de severidad: bajo por presentar 4.50 cm de profundidad y un diámetro promedio menor de 70 (Tabla 02: Nivel de severidad de los baches- Fuente – PCI)</li> </ul>
---	---

❖ **Parche deteriorado:**

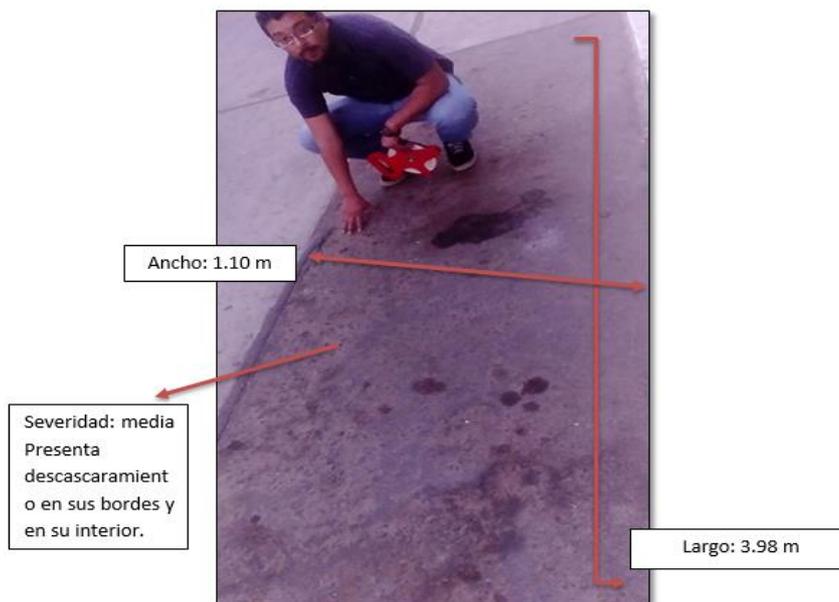


<b>Descripción:</b>	<b>Medición del parche:</b>
<p>Observamos en la fotografía en su interior en parche presenta baches y pérdida de material. El pavimento actual del parche por el tiempo y el peso de vehículos hicieron que se deteriore con rapidez originando malestar entre peatones y vehículos. Además por, deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas, como se observa en la fotografía.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li> <li>• Ancho del parche: 1.53 metros.</li> <li>• Largo del parche: 2.30 metros</li> <li>• Nivel de severidad: medio, Presenta baches, y pérdida de material en su interior.</li> </ul>

### 3.4. DETERIOROS DE LA CUADRA TRES DE LA CALLE AREQUIPA

#### ❖ Parches deteriorados:

A)



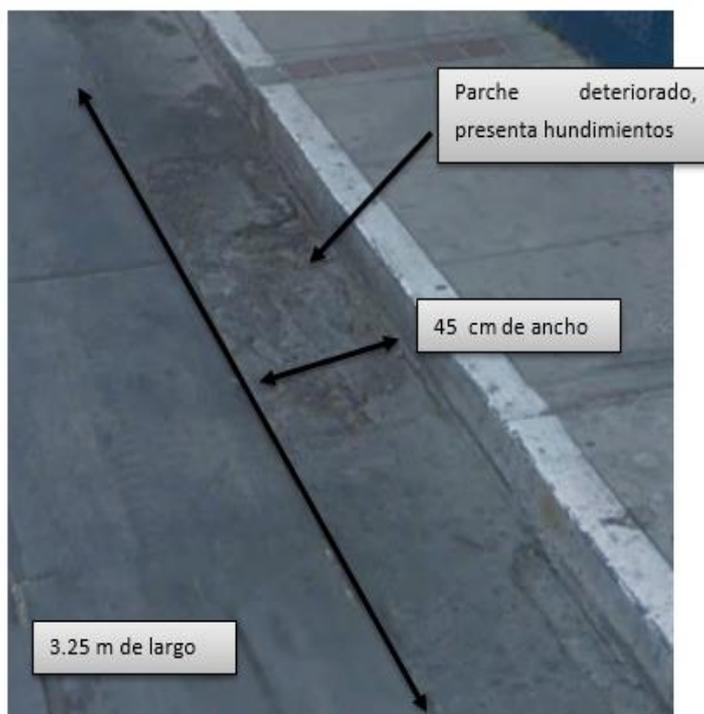
Descripción	Medición del parche:
<p>Como podrá observarse en las fotografías, existen los dos tipos de deterioros en estas losas, parche deteriorado, además existe la presencia descascaramiento así como la evidencia del progresivo deterioro de la losa por la falta de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tableros muestrales afectados: 1 tablero.</li> <li>• Ancho del parche: 1.10 metros.</li> <li>• Largo del parche: 3.98 metros</li> <li>• Nivel de severidad: medio, Presenta descascaramiento en sus bordes y en su interior.</li> </ul> <p><b>Medición de Descascaramiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de tableros muestrales afectados: 1 tablero</li> <li>• Profundidad: 1.10 centímetros.</li> <li>• Nivel de Severidad: Mediano, catalogado en este rango por evidencia descascaramiento y afectando menos del 10% del losa.</li> </ul>

B)



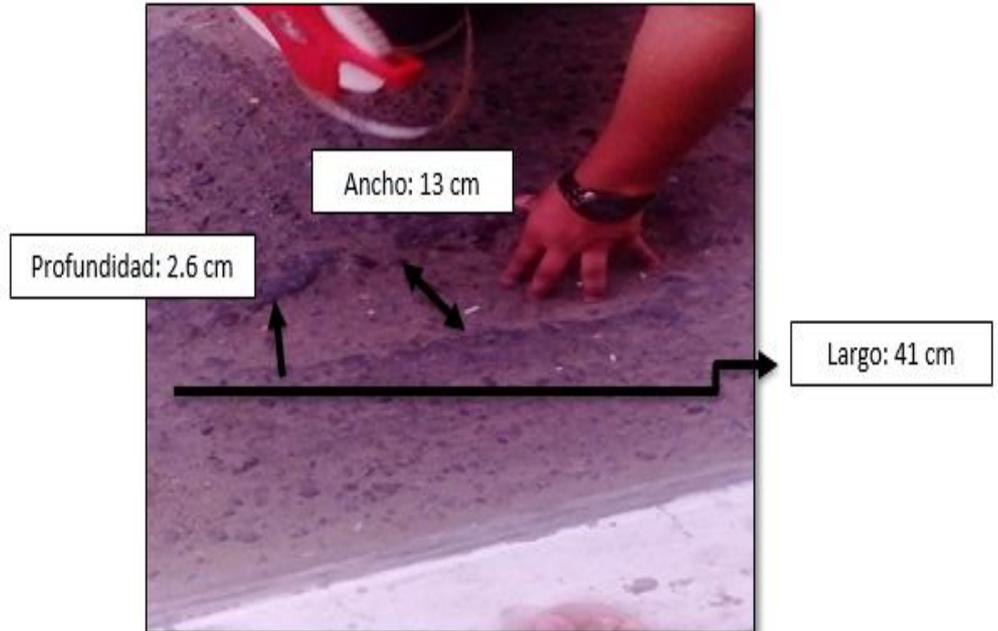
Descripción	Medición del parche:
<p>En esta fotografía se observan dos tipos de deterioros en el pavimento parche deteriorado y la presencia de descascaramiento así como la evidencia del progresivo deterioro de dos tableros de la losa por la falta de mantenimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li><li>• Ancho del parche: 1.32 metros.</li><li>• Largo del parche: 9.80 metros</li><li>• Nivel de severidad: medio, Presenta descascaramiento en sus bordes y en su interior.</li></ul> <p><b>Medición de Descascaramiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros</li><li>• Profundidad: 0.68 centímetros.</li><li>• Nivel de Severidad: Mediano, catalogado en este rango por evidencia descascaramiento y afectando menos del 10% del losa.</li></ul>

C)



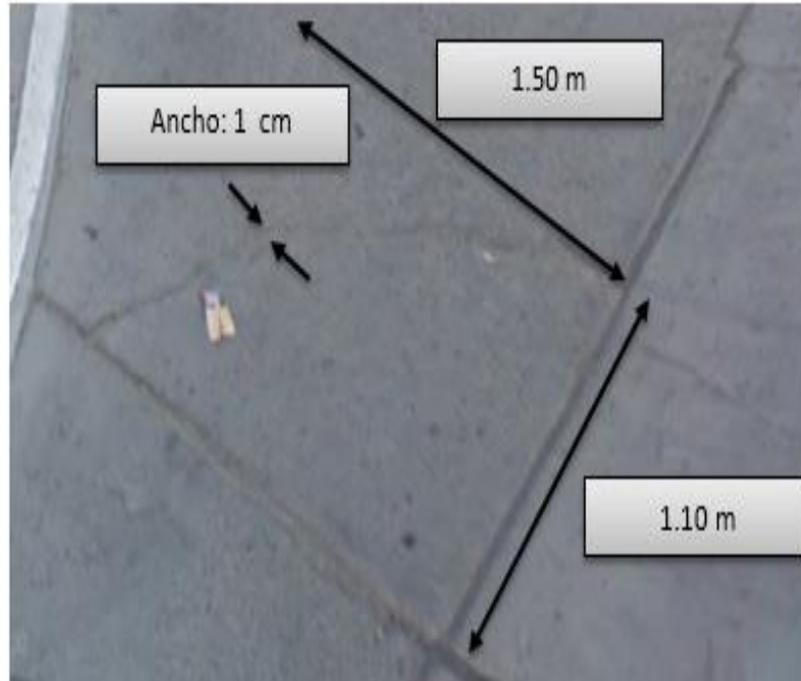
<b>Descripción</b>	<b>Medición del parche:</b>
<p>Podemos observar en esta fotografía, un parche deteriorado, visualizamos en su interior descascamiento, y un pequeño desnivel comprometiendo dos tableros de losas.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li><li>• Ancho del parche: 45 cm</li><li>• Largo del parche: 3.25 metros</li><li>• Nivel de severidad: medio, Presenta descascamiento en sus bordes y en su interior.</li></ul>
	<p><b>Medición de Descascamiento.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros</li><li>• Profundidad: 0.40 centímetros.</li><li>• Nivel de Severidad: Mediano, catalogado en este rango por evidencia descascamiento y afectando menos del 10% del losa.</li></ul>

❖ **Bache.**



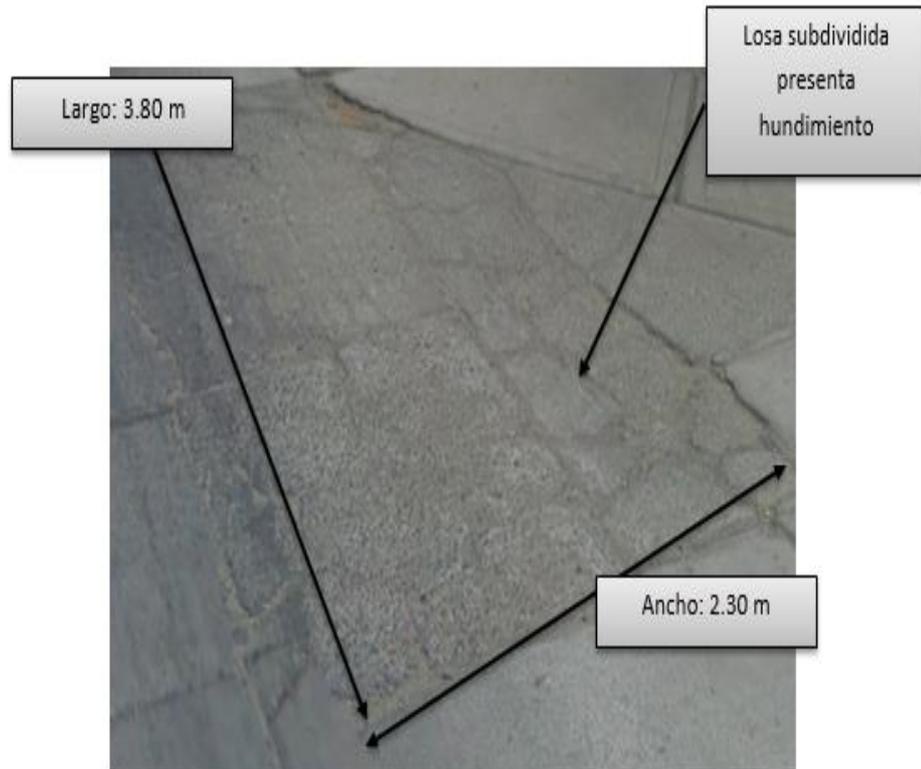
<b>Descripción:</b>	<b>Forma de medir:</b>
<p>Como se observa en la fotografía existe un bache y en su interior presenta arena que determina el deterioro de la losa presentando descomposición o desintegración de y su remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Largo: 41 cm.</li><li>• Ancho: 13 cm.</li><li>• profundidad: 3 cm.</li><li>• Nivel de severidad: Mediano, catalogado dentro de este rango por tener una profundidad de 3 cm (entre 2.5 a 5 cm); y un diámetro promedio de 74 cm (entre 70-100 cm)</li></ul>

❖ Fisura de esquina.



<b>Descripción:</b>	<b>Forma de medir:</b>
<p>Podemos observar que en la siguiente fotografía el pavimento presenta una fisura de esquina que intersecta la junta o borde que delimita la losa a una distancia de 1.50 m</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 1 tablero.</li><li>• Ancho de fisura: 1 centímetro.</li><li>• Nivel de severidad: Mediano, catalogado dentro de este rango por ser una fisura de ancho promedio a 10 mm. (1 cm)</li></ul>

### ❖ Losa subdividida



<b>Descripción</b> Podemos observar en la fotografía el fracturamiento de la losa de concreto que combina fisuras longitudinales, transversales y/o diagonales, subdividiendo la losa más planos.	<b>Forma de medir</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Largo: 3.80 m</li><li>• Ancho: 2.30</li><li>• Numero de tableros muestrales afectados: 1 tablero.</li><li>• Nivel de severidad: Alto, presenta más de 8 paños en los que se subdivide la losa. (Tabla 01: Nivel de severidad de losas subdivididas -Fuente - PCI)</li></ul>
--	---

## ❖ Fisuras longitudinales



<p><b>Descripción:</b></p> <p>Observamos en esta fotografía un fracturamiento de la losa que ocurre paralela al eje del pavimento, dividiendo la misma en dos planos.</p>	<p><b>Forma de medir:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Número de tableros muestrales afectados: 2 tableros.</li><li>• Ancho de fisura: 12 mm.</li><li>• Longitud: 9.30 m.</li><li>• Nivel de severidad: Alto, según el manual debe catalogarse en este rango cuando nos encontramos con fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm</li></ul>
---	---

## ❖ Fisuras Capilares y Descascaramiento



Descripción	Forma de medir
<p>En las fotografías observamos un mapa de grietas superficiales y finas que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Números de tableros afectados: 04</li><li>• Área afectada: 195 m<sup>2</sup></li><li>• Nivel de severidad: Alto la losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.</li></ul>

### 3.5. RESULTADOS Y TABLAS:

#### ÁREAS Y MUESTRAS DE ESTUDIO

N° muestra	Áreas m2
Sector "A"	<b>784</b>
Sector "B"	<b>693</b>
Total	<b>1477</b>

Tabla N° 5: MUESTRAS Y ÁREAS EN ESTUDIO

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Resultados de la unidad de muestra n°1 sector "A":

Fallas	Áreas M2	Áreas %
<b>Fisura longitudinal (a)</b>	5.97	0.76 %
<b>Fisura longitudinal (b)</b>	7.50	0.95 %
<b>Fisura en bloque</b>	3.34	0.43 %
<b>Fisura de esquina</b>	0.47	0.060 %
<b>Bache (a)</b>	1.37	0.17 %
<b>Bache (b)</b>	0.41	0.052 %
<b>Parche deteriorado</b>	3.52	0.45 %
<b>Área no afectada</b>	761.42	97.11 %
<b>total</b>	<b>784</b>	<b>100</b>

Tabla N° 6: Fallas encontradas sector "A"

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.Resultados de la unidad de muestra n°2 sector B:

Fallas	Áreas M2	Áreas %
<b>Parche deteriorado (a)</b>	4.39	0.63 %
<b>Parche deteriorado (b)</b>	13.17	1.90 %
<b>Parche deteriorado (c)</b>	1.46	0.21 %
<b>Bache</b>	1.08	0.16 %
<b>Fisura de esquina</b>	1.65	0.23 %
<b>Losa subdividida</b>	8.74	1.26 %
<b>Fisura longitudinal</b>	9.30	1.34 %
<b>Fisura capilar</b>	195	28 %
<b>Área no afectada</b>	537.7	66 %
<b>total</b>	693	100

Tabla N° 7: Fallas encontradas sector "B"

Fuente: Elaboración propia

### Comparación del porcentaje total de área deteriorada de los sectores A y B del pavimento rígido

Fallas	Área m2	Área %
Área afectada sector " A" y "B"	257.37	17.5%
Área no afectada	1219.63	82.5 %
Área total	1477	100%

Tabla N°8: Comparación del porcentaje de deterioro

Fuente: Elaboración propia

# **CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### 4. ANÁLISIS DE ÁREAS Y MUESTRAS DE ESTUDIO TOTAL

Al hacer el inventario de deterioros y analizar las fallas de la muestra en estudio del pavimento rígido, las cuales se dividieron en dos sectores. El área del sector "A" correspondiente a la cuadra 2 del Jirón Arequipa de 784 m<sup>2</sup> y el sector "B" correspondiente a la cuadra 3 Jirón Arequipa de 693 m<sup>2</sup>, haciendo un total de área de muestra en estudio de 1477 m<sup>2</sup>. (Ver tabla 3)

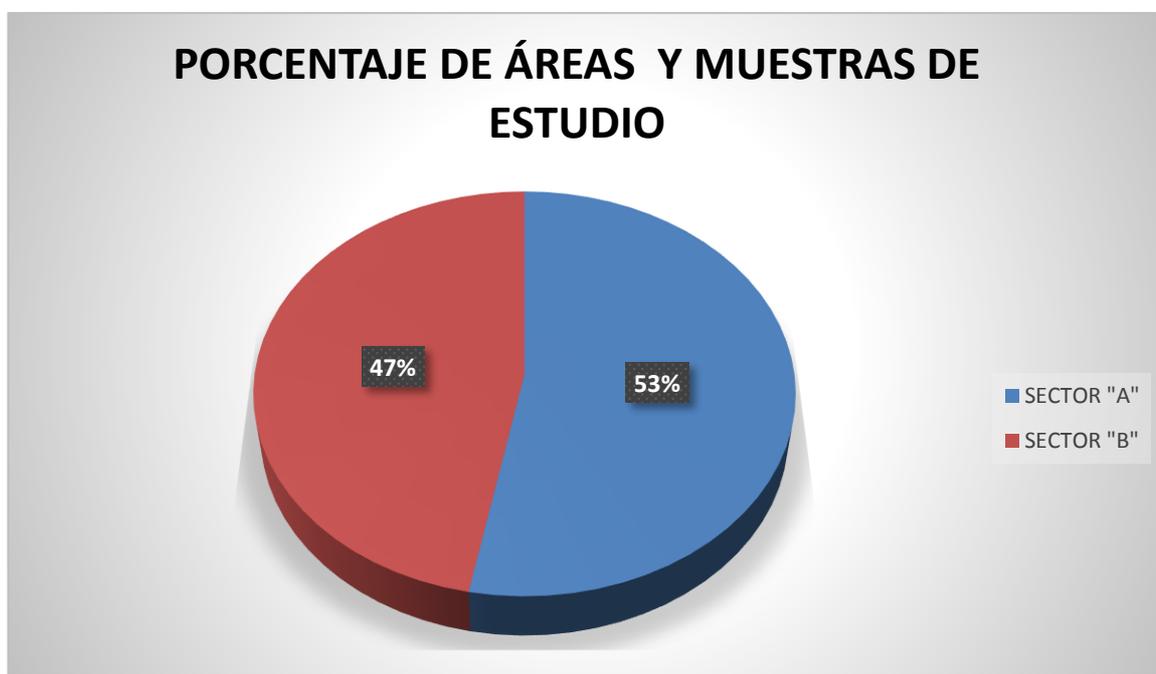


Gráfico 01: Porcentaje de áreas y muestras de estudio

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1. ANÁLISIS DEL RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA N°1 SECTOR “A”

Al hacer la inspección visual (anexo 1) y analizar el grado de severidad, de la muestra en estudio se encontró un porcentaje de 97 % de área no afectada y un 3% de área afectada con un 1.71% de fisura longitudinal siendo está el más alto porcentaje de las áreas dañadas, siguiéndole, el parche deteriorado con un 0.45%, luego la fisura en bloque con un 0.43% , el bache con un 0.222% de área afectada y por último la fisura de esquina con un 0.060 % (Ver tabla 4)

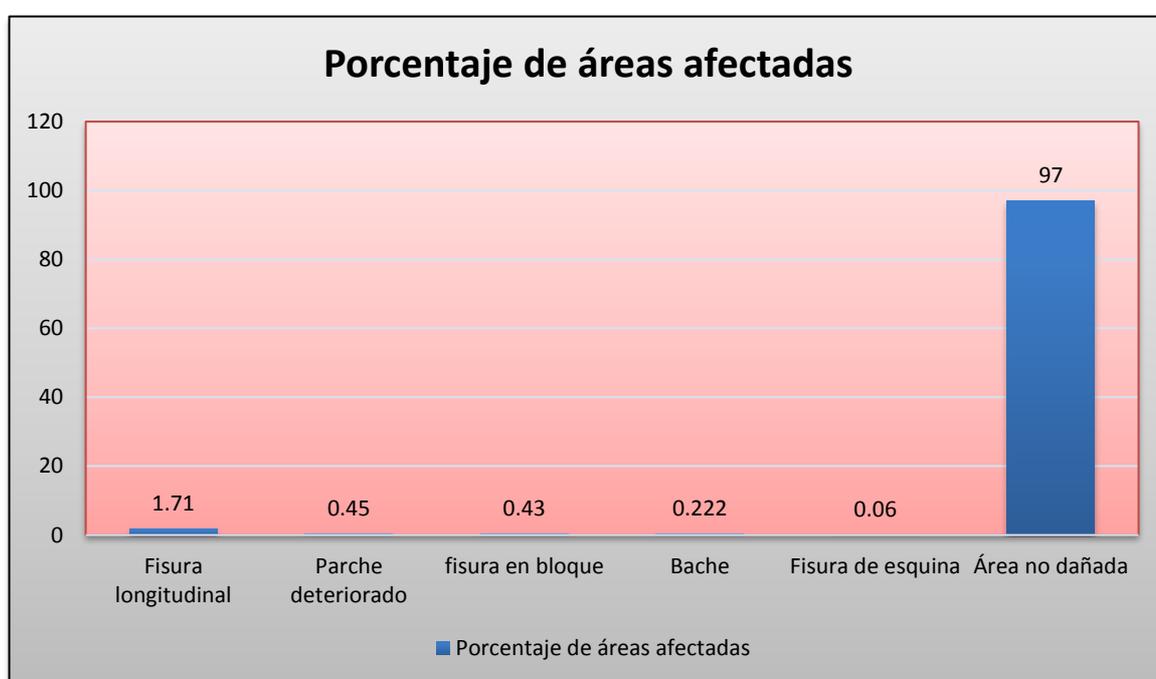


Gráfico N° 02: Porcentaje de áreas afectadas del sector A

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA UNIDAD DE MUESTRA N°2 SECTOR B

Después de la inspección visual (anexo 2) y de analizar el grado de severidad, de la muestra en estudio se encontró un porcentaje de 66% de área no afectada y un 28% de fisura capilar siendo está con el porcentaje más alto, luego con 2.74 % de daño por parche deteriorado, siguiéndole fisura longitudinal con 1.34% de daño, losa subdividida con 1.26%, luego la fisura de esquina con 0.23% y por último el bache con un 0.16% de área afectada. (Ver tabla 5)

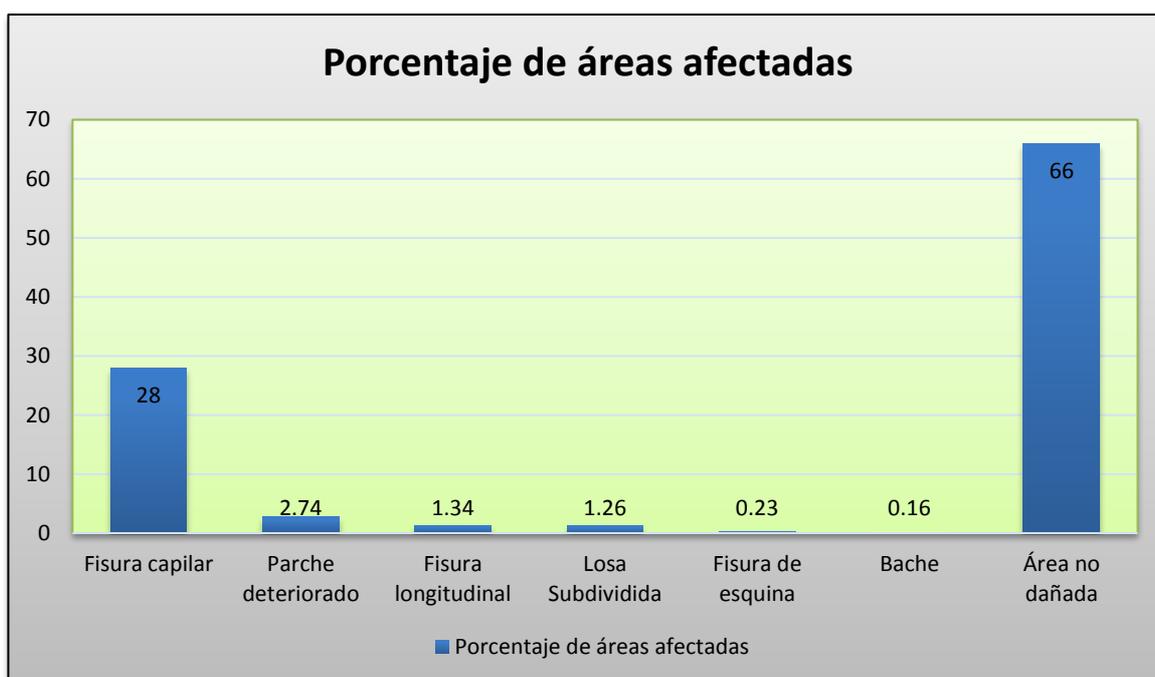


Grafico 03: Porcentaje de áreas afectadas en el sector” B”

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Comparación del porcentaje de área deteriorado de los sectores A y B del pavimento rígido

Al hacer una comparación de los resultados del sector “A” y “B” de las muestras en estudio. Por medio de inspección visual del recorrido a pie del Jirón Arequipa, de cuadra 2 a la cuadra 3 entre Av. Sánchez y Jirón Cajamarca Cerro se encontró un porcentaje de área no afectada de 82.5% de los dos sectores en estudio y un área afectada en el sector “A” de 1.5% menor al del sector “B” con un 16% de área afectada.

(Ver tabla 6)

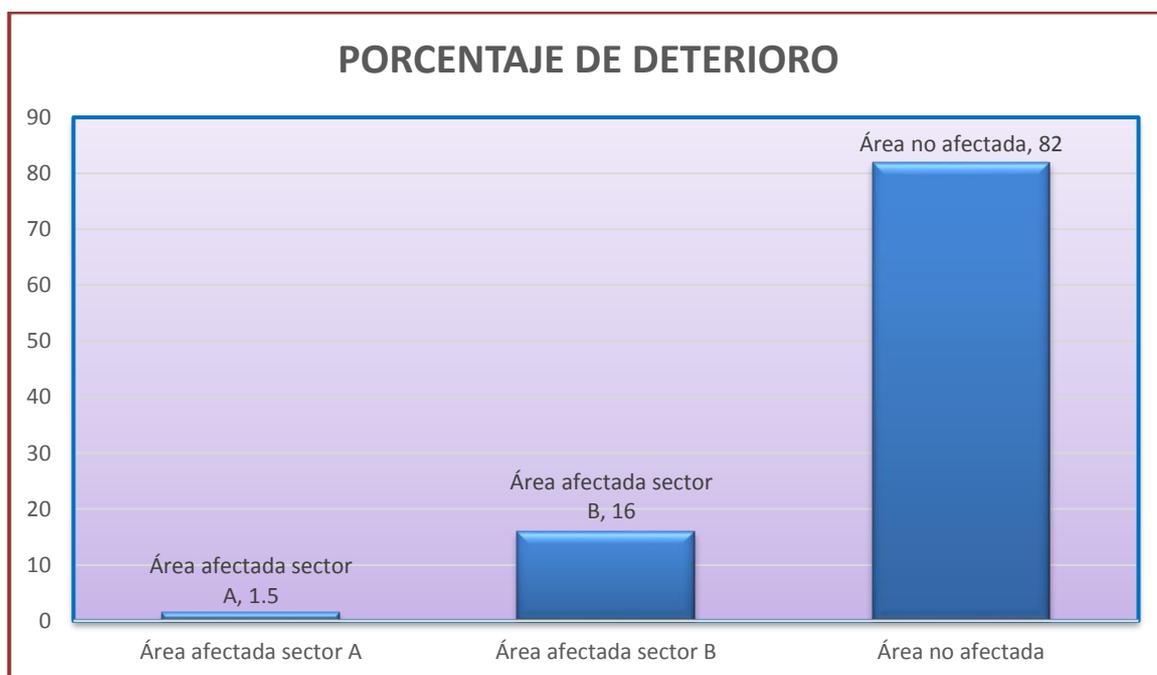


GRAFICO N°4: PORCENTAJE DE AREA AFECTADA DE LOS SECTORES “A” Y “B”

#### 4.4. APORTE A LA INVESTIGACIÓN

- ❖ **Para dar solución a la fisura en bloque** Este deterioro se encuentra dentro de un nivel de severidad mediano, además existe evidencia de un hundimiento, que afecta parte de dos losas, lo recomendable es realizar una reparación a profundidad y remover la parte afectada de las losas comprometidas, Se realizará una demolición de la parte afectada por el gran agrietamiento existente no se recomienda el izado del tablero de losa porque al realizar esta operación se puede fracturar todo el concreto y dañara los tableros adyacentes y aumentaría los costos de reparación.
- La reparación consiste en:
  - Demarcar la parte afectada con unos 30 mm la demolición se puede realizar con la ayuda de un martillo neumático, un martillo de caída libre, retirando luego el material mediante el uso de una retroexcavadora o de herramientas manuales.
  - Para no dañar el pavimento circundante se recomienda realizar cortes de sierra de profundidad total en los bordes, además se deben de hacer cortes secundarios, de toda la profundidad dentro del área que se va a remover, en forma paralela y aproximadamente a una distancia de 300 mm de cada uno de los cortes.



Imagen 28: Remoción de partes afectadas de concreto

Fuente: Anónima.

- ❖ **Para dar solución a las Grietas (longitudinales o de esquina)** que alcancen o superen un tercio del espesor de la losa el procedimiento es el mismo en
  - Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad.
  - El personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
  - Elaborar la programación de la actividad y distribuir a los trabajadores.
  - Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
  - Demarcar claramente las áreas por remover. La zona se debe aislar completamente del pavimento adyacente, incluso de la berma, para minimizar los daños durante la acción de remoción. En el sentido transversal deben

hacerse inicialmente dos cortes con cortadora de concreto, hasta una profundidad equivalente a  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y a unos 150 mm afuera de la línea que delimita la zona por reemplazar.

- Retirar el área de losa por reemplazar una vez que esté completamente aislada. Se debe proceder de preferencia levantándola en vez de demolerla. En caso de que no se pueda aplicar el procedimiento anterior se debe demoler el área de la losa por retirar, tomando las precauciones de caso.
- Picar las caras cortadas de las losas que presenten una superficie lisa hasta hacerlas disperejas y rugosas. En las caras de las losas antiguas, se harán perforaciones horizontales distanciadas cada 600 mm, exceptuando la más cercana al borde externo, la que se ubicará a 500 mm de ese borde. Las perforaciones tendrán 300 mm de largo y el diámetro adecuado para empotrar barras de acero corrugadas, de 12 mm de diámetro y 600 mm de longitud; su objetivo es amarrar las losas antiguas con el nuevo concreto. Para el empotramiento se utilizará una lechada de cemento hidráulico con un aditivo de expansión.
- Colocar el concreto. De la misma resistencia que la del pavimento existente.
- Retirar el encofrado del lado de la berma y proceder a reparar esa zona, rellenando con

material que cumpla con lo estipulado en el Expediente Técnico.

- Constatar si el concreto obtuvo la resistencia especificada, si la textura es la apropiada y si las bermas se encuentran en buen estado.
- Verificar que los procedimientos utilizados para realizar los trabajos especificados no han afectado en forma alguna otras áreas del pavimento, de las bermas y demás elementos del camino no incluidos en el trabajo; cualquier daño deberá ser reparado como parte de esta operación.
- Los materiales extraídos o sobrantes deberán ser trasladados a depósitos de excedentes botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
- Proceder a dar al tránsito vehicular el pavimento reparado.

## REPARACIÓN DEL ESPESOR TOTAL DE LA LOSA



**Remoción material deteriorado**



**Preparación de la superficie**

Imagen 29: Reparación del espesor total de la losa  
Fuente Sánchez Sabogal, Fernando.

### ❖ **Para reparar las fisuras capilares del pavimento rígido en estudio se determina:**

- Definimos el área a remover (entre 80 a 100 mm más allá del área afectada).
- Marcamos áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- Pintamos los límites de remoción.
- Efectuamos un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
- La superficie debemos removerla en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- Retiramos los escombros con herramientas manuales una vez que se hayan utilizado las herramientas neumáticas.

- Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incomprensible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.
- ❖ **Para reparar baches del pavimento rígido en estudio se determina:**
- Limpiar muy bien el interior del bache y las paredes del mismo para garantizar la eliminación de material extraño.
  - Luego se rellenará con hormigón que contenga un aditivo expansor, y se deberá garantizar la adherencia entre el concreto dejando rugosa las paredes laterales del bache.
- ❖ **Para reparar los parches del pavimento rígido en estudio se determina:**
- Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm más allá del área afectada).
  - Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
  - Pintar los límites de remoción.
  - Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 40 mm.
  - La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.

- Retirar los escombros con herramientas manuales.
- Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incomprensible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes.

❖ **Para reparar la losa subdividida del pavimento rígido en estudio se determina:** Como procedimiento el siguiente:

- Marcar las áreas por remover. La zona se debe aislar completamente del pavimento adyacente, incluso de la berma, para minimizar los daños durante la acción de remoción.
- Retirar el área de losa por reemplazar una vez que esté completamente aislada.
- Colocar el concreto. De la misma resistencia que la del pavimento existente.
- Retirar el encofrado del lado de la berma y proceder a reparar esa zona, rellenando con material que cumpla con lo estipulado en el Expediente Técnico.
- Constatar si el concreto obtuvo la resistencia especificada, si la textura es la apropiada y si las bermas se encuentran en buen estado.
- Verificar que los procedimientos utilizados para realizar los trabajos especificados no han afectado en forma alguna, otras áreas del pavimento.

- Los materiales extraídos o sobrantes deberán ser trasladados a depósitos de excedentes botaderos autorizados, dejando el área de los trabajos completamente limpia.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.

# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 CONCLUSIONES

### De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones

1. La investigación presenta la identificación, análisis y evaluación de las fallas del pavimento rígido de las calles Jirón Arequipa de la Cuadra 2 A La Cuadra 3, Entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca analizando el campo de estudio mediante inspección visual para determinar el nivel de severidad de las fallas encontradas.
2. Para analizar el tramo en estudio se procedió a dividir en dos unidades de muestra (secciones A y B) y así determinar en m<sup>2</sup> el porcentaje de daño por secciones. Se concluye que la sección “B” presenta más porcentaje de deterioro con un 34 % de área en mal estado y un 66% de área en buen estado, con relación a la sección “A” que presenta un 3% de área dañada y un 97% de área no dañada como se puede apreciar en las siguientes tablas.

SECCIÓN “A”		SECCIÓN “B”	
PORCENTAJE DE DAÑO		PORCENTAJE DE DAÑO	
Área dañada	3 %	Área dañada	34%
rea no dañada	97%	Área no dañada	66%
<b>Total</b>	100%	<b>Total</b>	100%

Tabla 09: Comparación de porcentajes de áreas dañadas por sectores  
Fuente: Elaboración Propia

- Concluimos que el servicio del pavimento es bueno con respecto a la tabla de condición del pavimento (PCI) al encontrar un porcentaje de 82.5 % de área no dañada y un 17.5% de área dañada del pavimento rígido Total. El área en estudio se dividió en dos sectores "A" y "B" concluyendo que el sector "B" es el más dañado.

Fallas	Área m2	Área %
Área afectada sector " A" y "B"	257.37	17.5%
Área no afectada	1219.63	82.5 %
Área total	1477	100%

Tabla N°08: Comparación del porcentaje de deterioro (fuente propia)

- Al ser el Sector B el área más dañada con un 34% (porcentaje por sector) del deterioro se procederá al mantenimiento rutinario y recurrente según la tabla del PCI (Índice de condición del Pavimento) para la solución de las fallas que presentan.
- Se llega a la conclusión que la falla que presenta mayor porcentaje de área es fisura Capilar con un 13.20% y la menor es fisura de esquina con un 0.14% con respecto al área total de la vía en estudio. (ver tabla detallada de fallas)

FALLAS	M2	PORCENTAJE
<b>Fisura capilar</b>	195	13.20%
<b>Fisura longitudinal</b>	22.77	1.54%
<b>Parches</b>	22.54	1.53%
<b>Losa subdivididas</b>	8.74	0.59%
<b>Fisura en bloque</b>	3.34	0.23%
<b>Baches</b>	2.86	0.19%
<b>Fisura de esquina</b>	2.12	0.14%

Tabla N°7 Tabla detallada de Fallas (fuente propia)

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- 1- Se recomienda a las autoridades pertinentes derivar a profesionales que realicen el estudio y análisis de los deterioros de las calles y avenidas de Piura con la finalidad de prever y dotar de un mantenimiento adecuado que prolongue la vida útil de las mismas.
- 2- Para evitar un aumento de los porcentajes en las fallas se recomienda realizar un mantenimiento preventivo al pavimento rígido de las vías de Piura, y así anticipar deterioros que demanden mayor costo, el desgaste de vehículos y el malestar entre la población.
- 3- Para que los pavimentos de nuestra ciudad se encuentren en muy buen estado recomiendo a los profesionales realizar un trabajo eficiente tomando en cuentas las normas y tener como apoyo principal buenos materiales y equipos de calidad.
- 4- Al realizarse los proyectos de mantenimiento en los pavimentos rígidos de Piura se debe tomar en cuenta las especificaciones técnicas de acuerdo con las normas y así hacer un control para evaluar su ejecución.
- 5- Al ser una de las fallas con más grado de afectación la Fisura Capilar que afecta a la superficie del pavimento se recomienda hacer mantenimiento rutinario según manual de mantenimiento vial Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) para preservar la red vial y mantener niveles de servicio adecuado.

### 5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### Libros

- 1) Altamirano kauffmann, Luis - Deterioros en pavimentos rígidos. Pág. 08
- 2) Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05.
- 3) Córdoba, Jorge Eliécer - Pavimentos 2014.
- 4) G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento. pág. 21.
- 5) Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.
- 6) Hernández, Fernández y Baptista (1998) Diseño de investigación.
- 7) Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia- 2012) “ Estudio de las fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”
- 8) Miranda Rebolledo, Ricardo Javier (Valdivia – Chile), Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010.
- 9) Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010, Pag.09
- 10) Tabares Gonzales, Lozano Ricardo - 2005 – Diagnostico de la vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetro obtenidos de la vía acceso al Barrio Ciudadela Del Café- Vía La Badea – pág.11.
- 11) Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito, Pág. 02.

- 12) Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.
- 13) Sánchez 2010- Etapas para la preparación de la base.

**Linkografía**

- 1) [http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html)
- 2) <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>
- 3) <http://shounyalamilla.blogspot.pe/p/23-tipos-de-Metodos-inductivo-deductivo.html>
- 4) [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras)

# **ANEXOS**

### ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
“MANTENIMIENTO DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE PIURA PARA LOGRAR UNA NORMAL TRANSITABILIDAD VEHICULAR: JIRÓN AREQUIPA DE LA CUADRA 2 A LA CUADRA 3, ENTRE AV. SANCHEZ CERRO, LAMBAYEQUE Y JIRON CAJAMARCA”	<p><b>Problema Principal</b></p> <p>¿Será viable un mejoramiento del Jirón Arequipa desde la Av. Sánchez Cerro hasta el Jirón Cajamarca de la cuadra 2 y 3, para contribuir al desarrollo de la ciudad?</p>	<p><b>Objetivo General.</b></p> <p>Realizar el “Mantenimiento de las calles y Avenidas de Piura para lograr una normal transitabilidad vehicular “Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la Cuadra, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca.</p> <p><b>Objetivos Específicos.</b></p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>¿Al mejorar el Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Cajamarca, permitirá una mayor transitabilidad y ayudará a descongestionar las vías?</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>- ¿Al analizar las patologías existentes en el pavimento lograremos conocer la severidad de las fallas encontradas?</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Mantenimiento de Jirón Arequipa de la cuadra 2 y cuadra 3</p>	<p>Tipos de fallas en pavimento flexible: -niveles de severidad: alta, media y baja.</p>	<p>El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores.</p>	<p>-Método Inductivo: Utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general.</p> <p>-Método Analítico. Es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.</p> <p>-Método dialéctico: Se caracteriza por su universalidad, porque, es aplicable a todas las</p>

		<p>-Conocer mediante un análisis de las fallas las causas que originaron la problemática de transitabilidad en el jirón en estudio.</p> <p>-Plantear soluciones innovadoras en mantenimientos de fallas superficiales con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular.</p>	<p>-¿Al subsanar las patologías del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez cerro y Cajamarca se logrará mejorar la vida útil en la capa de rodadura?</p>	<p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Transitabilidad vehicular.</p>			<p>ciencias y a todo proceso de investigación.</p> <p>-Método deductivo: consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. Se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación Universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.</p>
--	--	---	--	--	--	--	---

**ANEXO N° 02**

**HOJA DE INSPECCIÓN N° 01**

**HOJA DE INSPECCIÓN VISUAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS –  
SECTOR “A”**

**Ubicación:** Jirón Arequipa cuadra dos

<b>Provincia:</b> Piura	<b>Distrito:</b> Piura	<b>DPTO:</b> Piura
-------------------------	------------------------	--------------------

**Proyecto:** “Mantenimiento de las calles y avenidas para lograr una normal transitabilidad del Jirón Arequipa de la cuadra dos a la cuadra tres, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca”

<b>Unidad de muestreo:</b> 1	<b>Área de muestreo:</b> 784 m <sup>2</sup>
------------------------------	---

**Inspeccionado por:** Bach. Darwins Américo Zapata Jiménez

Deterioro	Símbolo	Área m <sup>2</sup>	Severidad	Ubicación
Fisura longitudinal (a)	FL	5.97	A	
Fisura longitudinal (b)	FL	7.50	A	
Fisura en bloque	FB	3.24	M	
Fisura de esquina	FE	0.47	M	
Bache (a)	BH	1.37	M	
Bache (b)	BH	0.41	B	
Parche deteriorado	PD	3.52	M	

FORMATO DE INSPECCIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS PCI

## HOJA DE INSPECCIÓN N° 02

### HOJA DE INSPECCIÓN VISUAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS – SECTOR “B”

**Ubicación:** Jirón Arequipa cuadra tres

<b>Provincia:</b> Piura	<b>Distrito:</b> Piura	<b>DPTO:</b> Piura
-------------------------	------------------------	--------------------

**Proyecto:** “Mantenimiento de las calles y avenidas para lograr una normal transitabilidad del Jirón Arequipa de la cuadra dos a la cuadra tres, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca”

<b>Unidad de muestreo: 2</b>	<b>Área de muestreo:</b> 693 m <sup>2</sup>
------------------------------	---

**Inspeccionado por:** Bach. Darwins Américo Zapata Jiménez

Deterioro	Símbolo	Área m <sup>2</sup>	Severidad	Ubicación
Parche deteriorado (a)	PD	4.39	M	
Parche deteriorado (b)	PD	13.17	A	
Parche deteriorado (c)	PD	1.46	M	
Bache	BH	1.08	M	
Fisura de esquina	FE	1.65	M	
Losa subdividida	LS	8.74	S	
Fisura longitudinal	FL	9.30	A	
Fisura Capilar	FC	195	A	

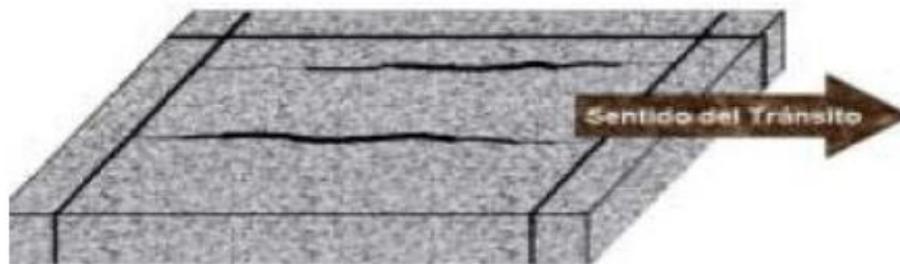
FORMATO DE INSPECCIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS PCI

### ANEXO N° 03

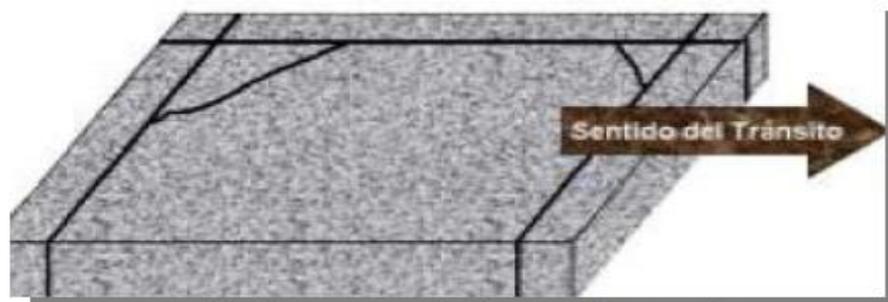
#### Esquemas de Deterioros de estructuras de Pavimento de Concreto Hidráulico



a) Esquema de Fisura transversal o diagonal



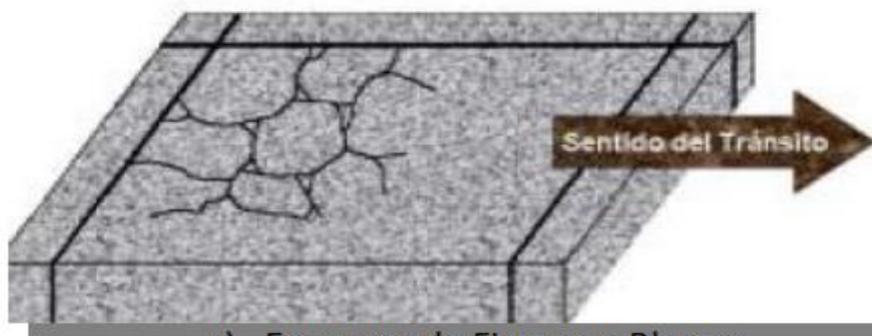
b) Esquema de Fisura longitudinal



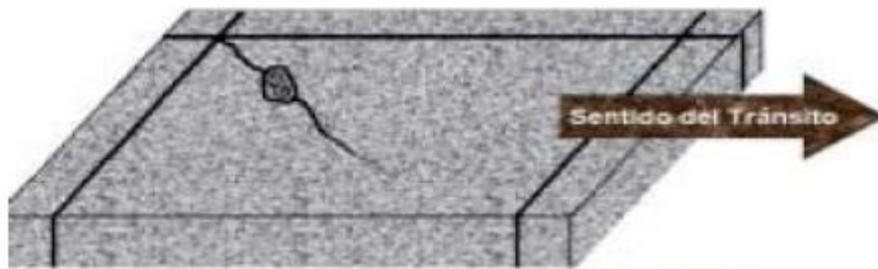
c) Esquema de Fisura de esquina



d) Esquema de Losa subdividida

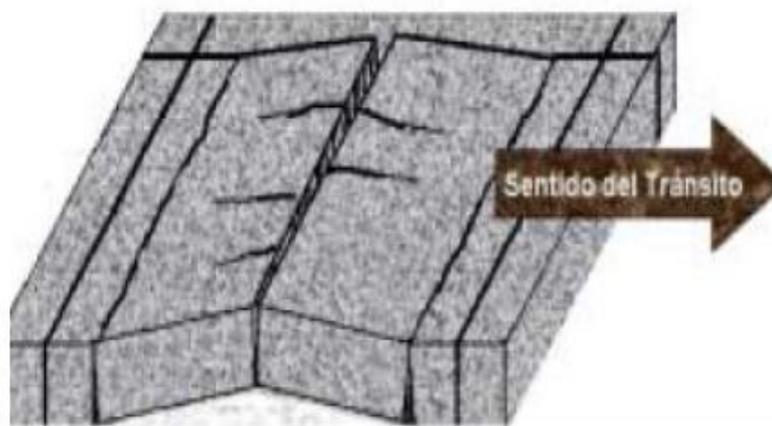


e) Esquema de Fisura en Bloque

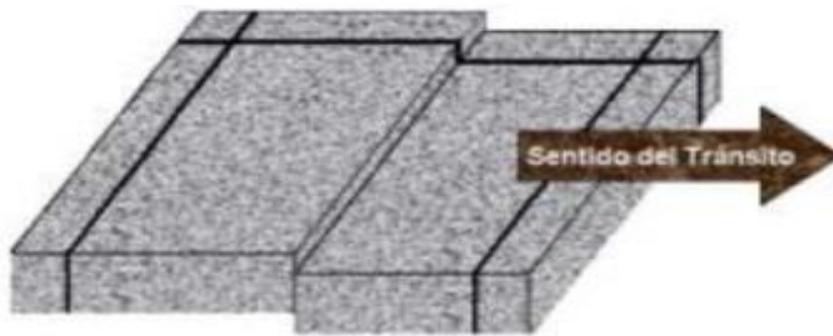


f) Esquema de Fisura inducidas.

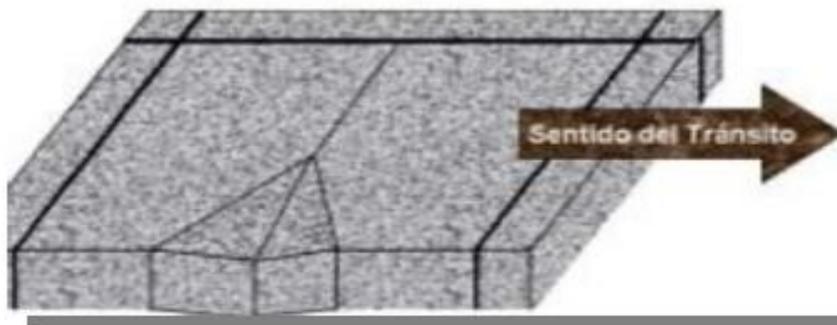
**Esquemas de Deformaciones de estructuras de Pavimento de Concreto Hidráulico.**



a) Esquema de levantamiento de losa.

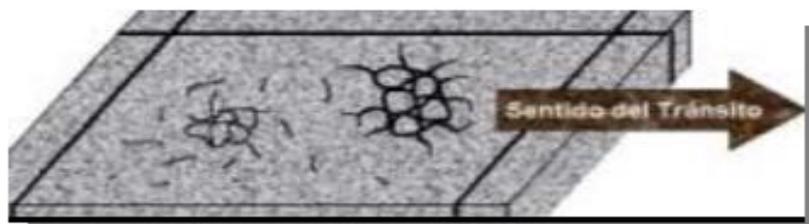


b) Dislocamiento.



c) Hundimiento.

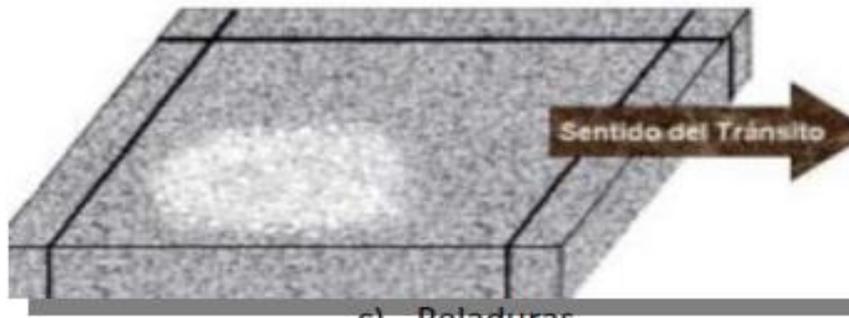
**Esquemas de Desintegración de estructuras de Pavimento de  
Concreto  
Hidráulico**



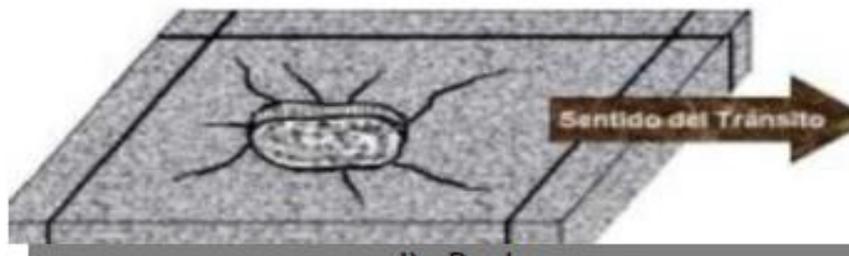
a) Descascaramiento.



b) Pulimiento de la superficie.

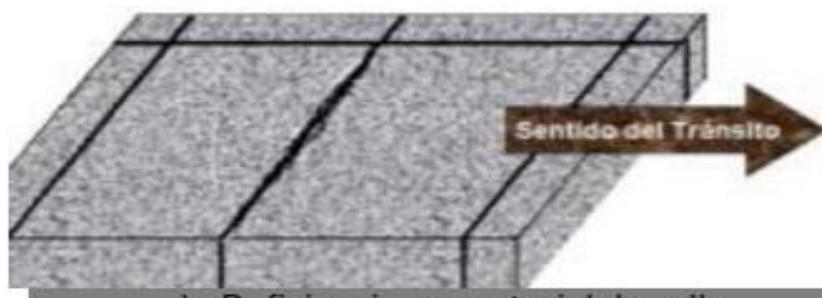


c) Peladuras.



d) Bache.

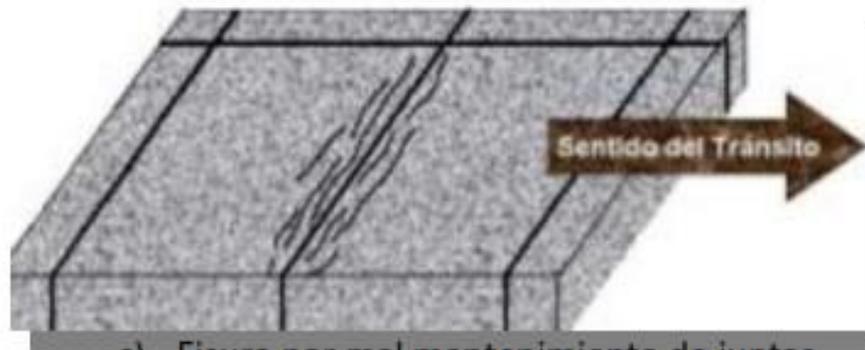
### Esquemas de Deficiencias de juntas en estructuras de Pavimento de Concreto Hidráulico



a) Deficiencia en material de sello.

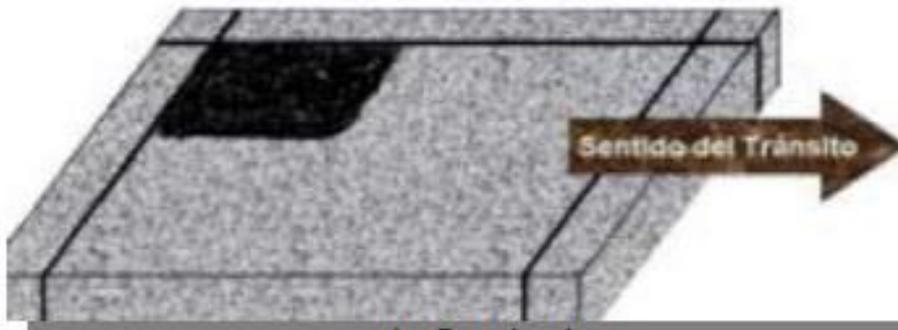


b) Despostillamiento.



c) Fisura por mal mantenimiento de juntas.

**Esquemas de Otros deterioros en estructuras de Pavimento de  
Concreto  
Hidráulico**



a) Parchado.

**ANEXO N° 04**

**FOTOGRAFIAS TOMADAS EN LA VIA EN ESTUDIO**



**FOTOGRAFÍA 01, FISURA EN BLOQUE – JIRON AREQUIPA CUADRA 2- FUENTE PROPIA**



**FOTOGRAFÍA 02, FISURA LONGITUDINAL – JIRON AREQUIPA CUADRA 2- FUENTE PROPIA**



FOTOGRAFÍA 03, FISURA DE ESQUINA – JIRON AREQUIPA CUADRA 2- FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 04, BACHE – JIRON AREQUIPA CUADRA 2 - FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 05, BACHE – JIRON AREQUIPA CUADRA 2 - FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 06, FISURA LONGITUDINAL – JIRON AREQUIPA CUADRA 2 -  
FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 05, PARCHE DETERIORADO – JIRON AREQUIPA CUADRA 3

FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 06, PARCHE DETERIORADO – JIRON AREQUIPA CUADRA 3-

FUENTE PROPIA



FOTOGRAFÍA 07, BACHE – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



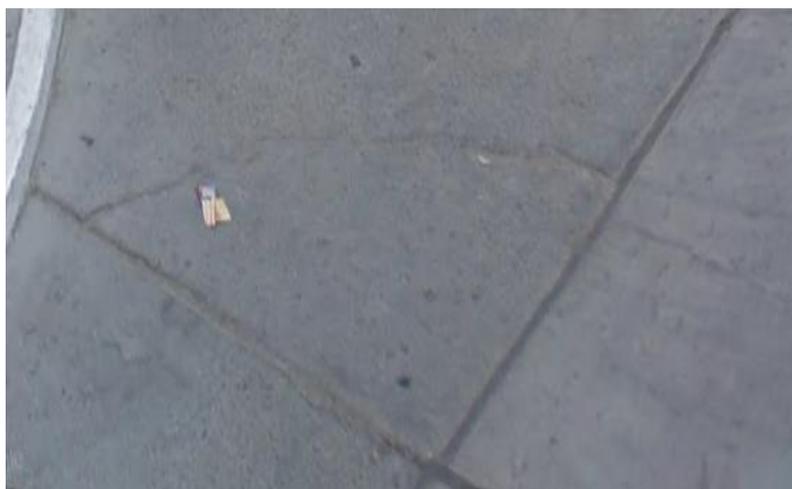
FOTOGRAFÍA 08, FISURA LONGITUDINAL – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



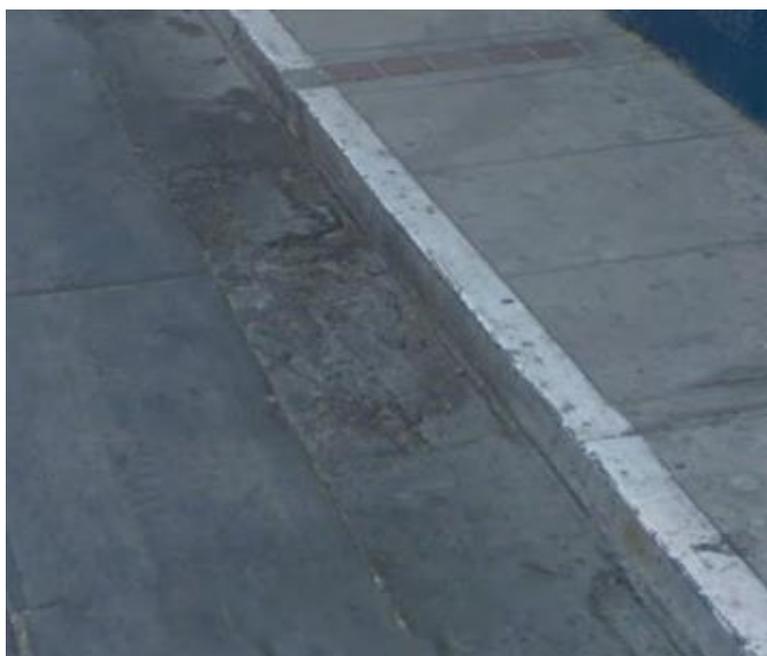
FOTOGRAFÍA 09, FISURA CAPILAR – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



FOTOGRAFÍA 10, LOSA SUBDIVIDIDA – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



FOTOGRAFÍA 11, FISURA DE ESQUINA – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



FOTOGRAFÍA 12, PARCHE DETERIORADO – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES



FOTOGRAFÍA 13, LOSA SUBDIVIDIDA – JIRON AREQUIPA CUADRA TRES

## ANEXO N° 05

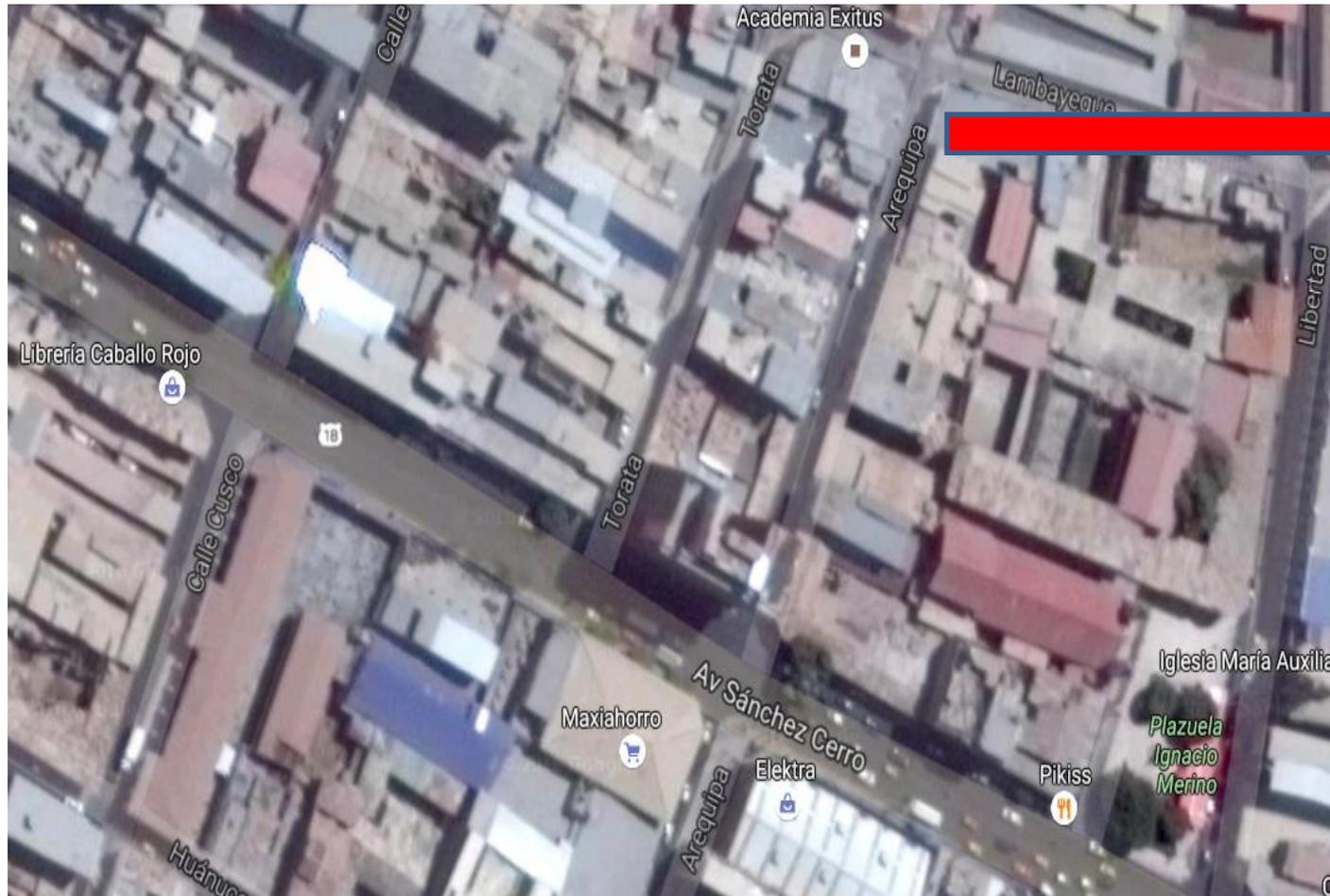
Imagen satelital de la calle Arequipa cuadra 2 entre Jirón Lambayeque y Jirón Cajamarca.



Calle Arequipa  
cuadra 2 entre Jirón  
Lambayeque y Jirón  
Cajamarca.  
  
Longitud: 112 m

## ANEXO 06

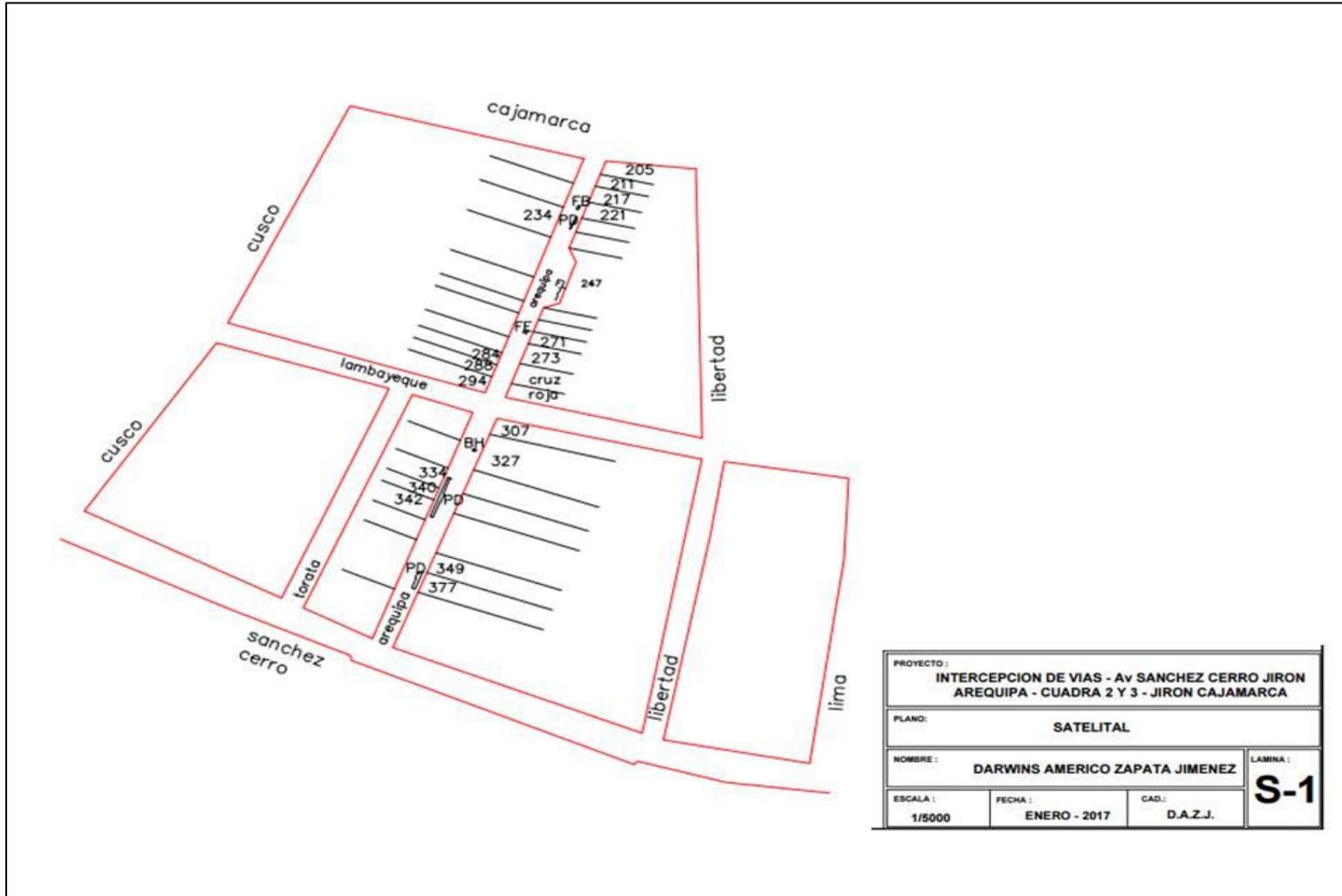
Imagen satelital de la calle Arequipa cuadra 3 entre Avenida Sánchez Cerro y Jirón Lambayeque.



Calle Arequipa  
cuadra 3 entre  
Avenida Sánchez  
Cerro y Jirón  
Lambayeque  
  
Longitud: 99 m

## ANEXO 07

### PLANO DE UBICACIÓN DEL JIRÓN AREQUIPA CUADRA 2 Y 3



## ANEXO 08: ARTÍCULO CIENTÍFICO

### INTRODUCCIÓN

Las vías de la ciudad aparte de ser medios de comunicación deben ser elementos que definen la arquitectura y ornato. Una ciudad moderna debe tener sus calles correctamente transitables que den comodidad, tranquilidad y confort. Deben estar en buen estado de modo que la transitabilidad permita el traslado de un lugar a otro y hasta cierto modo economizar el gasto de los vehículos.

Una ciudad moderna que va al ritmo de los cambios que la población demanda debe tener servicios eficientes para asegurar una mejor calidad de vida a sus habitantes y un desarrollo armónico como ciudad.

Piura, lamentablemente tiene grandes problemas con la administración y suministro de sus servicios y uno de ellos es el tema de las pistas y veredas. El asfalto de las vías está desapareciendo poco a poco

dando paso a trochas polvorientas e intransitables que generan irritación a los vecinos y conductores.

La actual administración municipal y las anteriores no han podido reconstruir ninguna de las avenidas de la ciudad. La actual no se preocupa de dar mantenimiento a las calles por ello el asfalto se deteriora y poco a poco, desaparece mortificando a los vecinos que ven cómo su ciudad cada vez es menos amigable, menos vivible y más caótica.

Sin duda que las autoridades involucradas deben de comenzar a trabajar en serio para demostrar que están al frente de la municipalidad, y que tienen la capacidad para hacer de esta ciudad un lugar mejor para todos. Después de año y medio la población reclama que atiendan y solucionen los problemas más evidentes como por ejemplo, el tema de las pistas.

Todavía están a tiempo de empezar a trabajar en un programa de recuperación. Deberían hacerlo en serio porque los piuranos los eligieron para gobernar y mejorar la ciudad. (Diario el Tiempo 12 de Junio, del 2016).

En la ciudad norteña de Piura, entre los mes de Enero y Marzo ocurren lluvias que de alguna manera contribuyen al deterioro de las calles y avenidas, es de vital importancia evitar la generación de baches, grietas, etc., que afectan a los automóviles y a la ciudadanía en general, por ello al tener estas vías con mejoras por parte de las autoridades pertinentes, permitiendo así a los ciudadanos reducir tiempos de traslados, sumado a que contarán con una mejor condición de vida.(Diario El Tiempo 02/06/10).

En esta tesis se entrega una descripción resumida de los pavimentos, sus tipos, las fallas más importantes que los afectan

y de las causas que más comúnmente las originan.

El análisis de las fallas mediante inspección visual aplicado al sector del jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre av. Sánchez cerro, y Jirón Cajamarca” donde se verán los tipos de fallas ocurridas y la solución de conservación que se le deberá aplicar.

En este proyecto de investigación se presentan los siguientes capítulos:

En el capítulo se describe la problemática de la Jirón Arequipa cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca, la delimitación de la investigación, el planteamiento del problema, el objetivo, la formulación de las hipótesis, la variable, el diseño de la investigación, la población, muestras y técnicas e instrumentos de investigación, la justificación y la importancia de la investigación del proyecto.

En el capítulo II se aborda los antecedentes de la investigación tanto local, nacional e internacional, y los aspectos teóricos relacionado a las fallas de los pavimentos rígidos, descripción, causas y niveles de severidad. Además de mantenimientos y reparaciones para estas fallas.

En el capítulo III se da a conocer los resultados de la investigación de cada uno de las fallas encontradas en el pavimento rígido en estudio del Jirón Arequipa de la cuadra dos a la cuadra tres mediante la inspección visual en campo, con fotografías.

En el capítulo IV se ofrece la discusión e interpretación de los resultados de la investigación obtenida en campo.

En el capítulo V después de un estudio se presentan las conclusiones y recomendaciones de la tesis.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el “Mantenimiento de las calles y Avenidas de Piura para lograr una normal transitabilidad vehicular “Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la Cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro, y Jirón Cajamarca.

### **1.10.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer mediante un análisis de las fallas las causas que originaron la problemática de transitabilidad en el jirón en estudio.
- Plantear soluciones innovadoras en mantenimientos de fallas superficiales con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular.

#### **1.10.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

Los principales métodos a utilizar en la investigación:

- ✓ Método Inductivo: Utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general, se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría.
- ✓ Método Analítico.- El método analítico es un proceso cognoscitivo, que consiste en descomponer un objeto de estudio separando cada una de las partes del todo para estudiarlas en forma individual.
- ✓ Método dialéctico: este método se caracteriza por su universalidad, porque, es un método general, es aplicable

a todas las ciencias y a todo proceso de investigación.

- ✓ Método deductivo: el método deductivo consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los teoremas, leyes, postulados y principios de aplicación Universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

#### **5.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **5.4.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Varios estudiosos han tocado este tema de las fallas en pavimentos rígidos, entre estos tenemos:

- A)** Altamirano Kauffmann, Luis (Nicaragua-20017) en su investigación "Deterioro de Pavimentos Rígidos Metodología de medición, posibles Causas de deterioro y reparaciones", presenta una descripción general de los

pavimentos rígidos con las posibles causas de deterioros.

Concluye que la mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de las estructuras de pavimentos que por falta o inadecuado mantenimiento, estas progresan hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento en bloques; baches de profundidad que afecta el tráfico circundante y propicio para acumulación de agua; grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero de losa; deficiencia en los materiales de sellos producto del alabeo de las losas por los cambios volumétricos debido a las temperaturas permitiendo esfuerzos de flexión en el interior de las grietas y ocasionando fracturamiento superior y descascaramientos; peladuras con incidencia de rugosidades altas y

moderadas que propician la aparición de hundimientos y baches localizados; hundimientos producto de la falta de soporte de la fundación por la calidad de los suelos que integran las capas inferiores a la carpeta de rodamiento.

**B)** Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia-2012) presentan su tesis “ Estudio de las Fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del Municipio De Tamalameque Cesar” concluyen que Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de estos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de

fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.

**C)** Miranda Rebolledo Valdivia, Ricardo Javier (Chile-2010) en su tesis: “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos” presentada para optar por el título de Ingeniero constructor concluye que: Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de 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. Además la conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

#### **5.4.2 ANTECEDENTES NACIONALES.**

**A)** Sarmiento Soto, Juan Alberto y Arias Choque, Tony Waldo (Lima-2015)

presentan su proyecto profesional para optar el título de ingeniero civil denominado: “Análisis y Diseño Vial de la Avenida Mártir Olaya ubicada en el Distrito de Lurín del Departamento de Lima” concluyendo que las condiciones actuales de la avenida Mártir Olaya muestran fácilmente la necesidad de un pavimento que cumpla con las condiciones actuales del tráfico. Al encontrarse un pavimento con tal deficiencia, el recapeo no es una opción a considerarse y se encuentra como única solución la reconstrucción.

**B)** Llosa Grau, Joaquín (Lima-2006) presenta su proyecto profesional: “Propuesta Alternativa Para La Distribución Racional Del Presupuesto Anual Municipal Para El Mantenimiento Y

Rehabilitación De Pavimentos”. El presente trabajo tiene por objeto desarrollar la evaluación superficial de los pavimentos en el municipio de La Molina, sugiriendo una metodología racional que permita evaluar las vías periódicamente y de esta manera estructurar un plan de desarrollo técnico y económico para su rehabilitación o mantenimiento. concluyendo que: El tiempo de servicio de los pavimentos depende de los trabajos de rehabilitación, tanto del tipo superficial como estructural. Un mantenimiento adecuado y una buena práctica de limpieza mejoran la serviciabilidad del pavimento e incrementa su vida útil. Los municipios en la actualidad esperan que

las vías estén totalmente deteriorada para realizar el mantenimiento o rehabilitación, lo cual está mal debido a que el costo de mantenimiento y rehabilitación es bastante mayor que si se realizara un trabajo periódico.

- C)** Hidalgo Gamarra, Joissy Catherine (Lima-2006) presenta el Proyecto Profesional: “Evaluación del Sistema de Gestión de Pavimentos Flexibles en el Perú”. Concluyendo que el desarrollo del deterioro depende no solamente de los factores climáticos y de las cargas de tránsito sino también de la calidad o performance que presente el pavimento al inicio, esto a su vez está relacionado al buen diseño del pavimento y su buena construcción para lo que se requiere de una mayor inversión inicial, pero que convendrá a largo plazo al

invertir menos en el mantenimiento o rehabilitación. Esto se corrobora al comparar los costos obtenidos de los pavimentos peruanos y estadounidense para las diferentes estrategias de mantenimiento. En el país existe una preocupación por mejorar en el ámbito de la gestión de pavimentos, el primer paso ya se ha dado, con constancia, perseverancia y disciplina, es decir, debemos empezar a considerar las bondades del largo plazo, de la buena planificación y la constancia, así no sólo las entidades sino que todos podrán lograr desarrollar sus potencialidades.

### **5.4.3 ANTECEDENTES LOCALES**

**A)** Morales Olivares, Javier Paúl (Piura-2004) presenta su tesis "Técnicas de

rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo" para optar el título de Ingeniero Civil concluye que la metodología propuesta en la presente tesis, es aplicable a los pavimentos de Piura pese a que no se cuenta con el equipo necesario para realizar las evaluaciones pertinentes, las cuales se pueden reemplazar con equipos menos sofisticados como son: el rugosímetro (evaluación superficial) y el Deflectómetro Viga Benkelman simple (evaluación estructural) que se encuentran disponibles en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**B)** Gamboa Chicchón, Karla Patricia (Piura-2009) presenta su tesis para optar por el título de Ingeniero Civil

denominada: "Cálculo del Índice de Condición Aplicado en del Pavimento flexible en la av. Las palmeras de Piura". Los resultados de este trabajo llevan a concluir que gran parte de la Av. Las Palmeras se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación.

Concluyendo que: El índice de condición del pavimento (PCI) es un método de auscultación sencillo y que aplicado adecuadamente resulta de gran utilidad, ya que, permite estimar según el valor del PCI, el estado real del pavimento y las posibles técnicas de

conservación, mantenimiento y/o rehabilitación a emplear.

**C)** (Diario El Tiempo 02/06/10) indica que: En las diferentes arterias de Piura la EPS Grau que no puede permitirse que rompa las pistas y no reponga el pavimento ni el rígido (bloquetas) y el flexible (asfalto).cada parche que realizan, la Comuna invierte un promedio entre 3 mil a 4 mil nuevos soles. Muestra clara de los huecos son los de la Av. Sánchez Cerro con calle Cuzco en donde la Empresa Prestadora hace 10 días rompió la pista y ahora luce un hueco abandonado. La Municipalidad Provincial de Piura a través de la Gerencia Territorial y de Transportes emitirá un documento a la Empresa Prestadora de Servicios Grau S.A. (EPS Grau

S.A.) para que cumpla con la tarea de reponer el pavimento en las diversas calles y avenidas de la ciudad, las mismas que rompe para realizar sus trabajos de mantenimiento de tuberías.

## 5.5 BASES TEÓRICAS

### 5.5.1 PAVIMENTOS.<sup>19</sup>

El pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados comprendidas entre el nivel superior de las terracerías (subrasante) y la superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, a la del intemperismo, y otros agentes perjudiciales. Así como la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que no se deforme de modo de manera perjudicial.

Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos

al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver en la siguiente imagen.

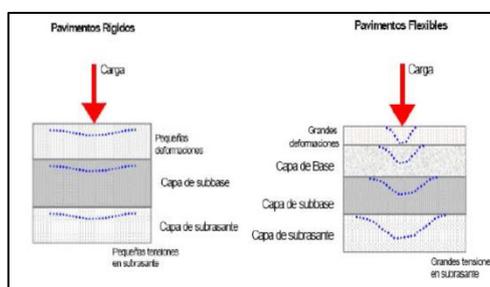


Imagen 01: Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos Fuente: Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile)

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos (Ricardo Javier miranda Rebolledo Valdivia – Chile)

<sup>19</sup> G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento: 21

### 5.5.2 Ciclo de vida de los pavimentos<sup>20</sup>

El ciclo de vida del pavimento, sin considerar un mantenimiento y rehabilitación, se puede representar mediante una curva de comportamiento, la cual es una representación histórica de la calidad del pavimento. Dicha curva evidencia cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

✓ **Construcción:** El estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural.

✓ **Deterioro imperceptible:** El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se

produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual esta alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular.

✓ **Deterioro acelerado:** Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre.

---

<sup>20</sup> Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.

✓ Deterioro total: Esta etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumenta y la vía se hace intransitable para autos.<sup>3</sup>

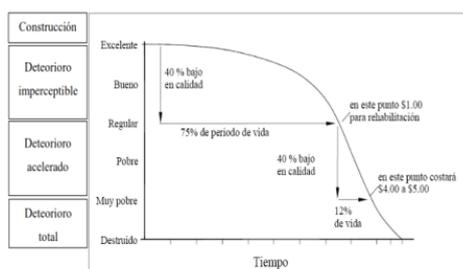


Imagen 02: Ciclo de vida de los pavimentos  
Fuente: Sánchez -2012

Es importante citar que con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento se puede determinar la condición. Asimismo existen otras variables además del tiempo como el número de ejes equivalentes y el tránsito acumulado que nos permitirán graficar la degradación del pavimento.

Asimismo el ciclo de vida de los pavimentos puede alargarse si se realiza trabajos de mantenimiento y rehabilitación de manera oportuna, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

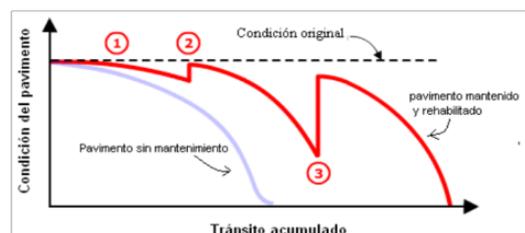


Imagen 03: Ciclo de vida de los pavimentos con mantenimiento y rehabilitación  
Fuente: Sánchez 2012

Se puede observar la curva gris que representa el comportamiento de un pavimento sin intervención y la de color rojo con mantenimiento y rehabilitación. En la curva roja se identificación tres puntos, los cuales se describen a continuación:

En el punto 1 el pavimento se deteriora con menor rapidez debido a trabajos de mantenimiento. En el punto 2 se aplica un trabajo inicial de rehabilitación que restaura la condición del pavimento. Por

ultimo en el punto 3 se realiza una segunda intervención de rehabilitación que restaura la mayoría de la condición original del pavimento.

En el siguiente punto se desarrollara el tema de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

### 5.5.3 Tipos de pavimentos<sup>21</sup>

Se presentan principalmente 4 tipos de pavimentos, los cuales son flexibles, rígidos, semirígido y articulados. Se diferencian por la estructura y las capas que las conforman. Asimismo como se transmiten los esfuerzos y deflexiones a las capas subsecuentes.

Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico con o sin acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre

la sub-base y estas sobre la subrasante. Tiene costos iniciales de construcción altos en comparación con los pavimentos flexibles y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años.

El mantenimiento que requiere es mínimo, primordialmente en las juntas.



Imagen 04: Tipos de pavimentos flexibles y rígidos, sección típica transversal pavimento rígido

Fuente: Armijos -2009)

Por otro lado un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este pavimento está compuesto de una carpeta asfáltica, base granular y capa de sub-base. Es más económico en su

<sup>21</sup> Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05

construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Requiere de un mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

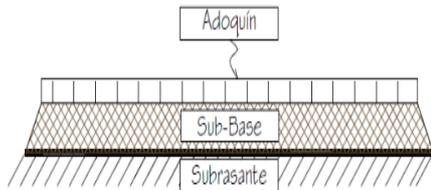


Imagen 05: Sección típica transversal pavimento flexible - Fuente: Armijos 2009

Los pavimentos semi-rígidos contienen la misma estructura que los flexibles, con la variación que se rigidiza artificialmente una de las capas con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; incrementando la capacidad portante del suelo.

Dentro de este tipo están incluidos los pavimentos compuestos, los cuales combinan tipos de pavimentos flexibles y rígidos, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima.

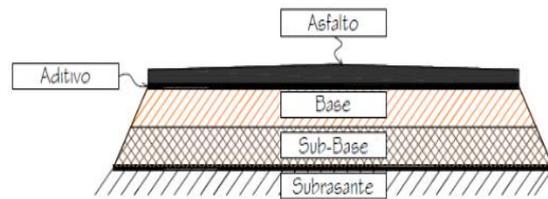


Imagen 06: Sección típica transversal pavimento semi-rígido - Fuente: Armijos 2009

Por último tenemos a los pavimentos denominados articulados, cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, iguales entre sí y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

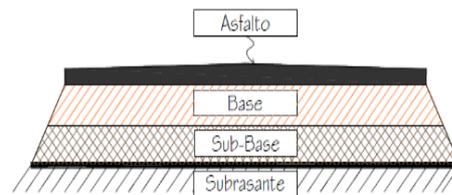


Imagen 07: Sección típica transversal pavimento articulado - Fuente: Armijos 2009.

## 5.5.4 ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.<sup>22</sup>

### 5.5.4.1 Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las solicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares, pero para tránsito pesado se emplean ya materiales granulares tratados con un cementante.

## Etapas para la preparación de la base



Imagen 08 "Etapas para la preparación de la base". Fuente: Sánchez 2010

### 5.5.4.2 Sub- Base.

En los pavimentos flexibles, la sub-base es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su

<sup>22</sup> Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos.

colocación y compactación. Debe ser un elemento permeable para que cumpla también una acción drenante, para lo cual es imprescindible que los materiales usados carezcan de finos y en todo caso suele ser una capa de transición necesaria.

Esta capa no debe ser sujeta al fenómeno de bombeo y que sirva como plataforma de trabajo y superficie de rodamiento para las máquinas pavimentadoras. En los casos que el tránsito es ligero, principalmente en vehículos pesados, puede prescindirse de esta capa y apoyar las losas directamente sobre la capa subrasante.

Se emplean normalmente sub-bases granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

#### **5.5.4.3 Sub-rasante.**

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento.

Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes.

Con respecto a los materiales que constituyen la capa subrasante, necesariamente deben utilizarse suelos compactables y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



**Imagen 09** – Etapas para la preparación de la sub-rasante” – Fuente Sánchez 2010

### **5.5.5 ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO RÍGIDO.<sup>23</sup>**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losa y juntas sin pasajuntas, las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables.

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de

pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia de hormigón de las losas, para una carga y suelos dados.

Aunque en teoría las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante.

---

<sup>23</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 09

### 5.5.5.1 Tipos de Pavimentos

#### Rígidos<sup>24</sup>:

##### a) **Concreto hidráulico simple**

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

##### b) **Concreto hidráulico reforzado**

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

##### c) **Concreto hidráulico reforzado continuo**

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

## 5.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS<sup>25</sup>.

### 5.6.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

#### Ventajas:

- Su construcción inicial resulta más económica.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.

---

<sup>24</sup> Ing. Luis. F. Altamirano Kauffmann - Deterioros en pavimentos rígidos – Pág. 08

---

<sup>25</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 13

**Desventajas:**

- Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.
- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales.

- Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto está húmedo y con huellas.
- Una vez que se han formado huellas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.

**5.6.2 PAVIMENTOS RÍGIDOS.****Ventajas:**

- El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- El hormigón no se ahuella nunca, por lo tanto no hay acumulación de agua y, por ende, tampoco se produce hidroplaneo. Por otra parte, se disminuye el efecto "spray",

que es el agua que despiden el vehículo que va adelante sobre el parabrisas del de atrás, impidiendo la visibilidad.

- Es fácil darles "rugosidad" a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.
- La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la planeidad.
- La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente, los pavimentos de hormigón se pueden construir más suaves que los de asfalto.
- A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuellamiento, deformaciones o lavado de áridos.
- La superficie dura del hormigón hace más fácil el rodado de los neumáticos.

- El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida.
- El hormigón tiene una vida promedio de 30 años.
- Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.

#### **Desventajas:**

- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.
- Se deben tener cuidado en el diseño.

### **5.7 EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS<sup>26</sup>**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al conducir, esto significa que el camino debe entregar un nivel

---

<sup>26</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, "Gestión de Conservación vial" Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

deservicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

En la presente investigación medimos la condición del Pavimento con la siguiente escala del PCI

**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

Tabla N° 01- Índice de la condición del Pavimento –  
Fuente PCI

### **Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos**

Existen distintos niveles de intervención en la conservación vial, estos se clasifican en función a la magnitud de los trabajos necesarios, desde una intervención simple hasta una intervención más complicada y por ende más costosa. El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores. Buscando recuperar el deterioro de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por los efectos del clima. Más allá de cierto punto, el simple mantenimiento no es suficiente y se requieren obras de rehabilitación que conducen a

un mejoramiento en la condición del pavimento, recuperando las condiciones iniciales de la vía.

Las actividades de mantenimiento se agrupan en dos categorías, las cuales son: preventivas y correctivas.

- ❖ El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro.
- ❖ Por su parte el mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas.

A continuación se presentan la tabla 02 donde se relacionan los rangos de PCI de un pavimento Rígido a la categoría de acción a utilizar.

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Tabla N° 02 – Correlación de categoría con rango PCI – Fuente PCI

## 5.8 Importancia de la evaluación de pavimentos<sup>27</sup>

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

<sup>27</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, “Gestión de Conservación vial” Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

### **5.8.1 Tipos de evaluación<sup>28</sup>**

Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre el estado de la condición funcional y estructural. A continuación se describirá a detalle ambos tipos de evaluación.

#### **a) Evaluación funcional:**

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

Entre este tipo de deficiencias se encuentran: La rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente.

#### **b) Evaluación estructural:**

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento.

### **5.8.2 Procedimiento para la evaluación superficial del pavimento**

Para efectuar la evaluación superficial de pavimentos se ha considerado 3 pasos importantes a realizar en base a necesidades de identificar los deterioros o fallas del pavimento, que serán de material de evaluación específicamente en relación a las características físicas de las calzadas y su superficie de rodadura.

A continuación se describe los pasos a seguir para efectuar la evaluación superficial de los pavimentos mediante la inspección visual de las vías.

#### **a) Inspección visual.**

Se efectuara un recorrido de la vía a estudiar con la finalidad de

---

<sup>28</sup> Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito: 02

obtener información sistematizada. Esta inspección se realiza de a pie, para inspeccionar visualmente las condiciones generales del pavimento seleccionado.

#### **b) Observación de las fallas:**

Determinar las condiciones del pavimento recorriendo la vía lentamente para observar manifestaciones de fallas en función de tipo, severidad y extensión de la manifestación y ocurrencia de dichas fallas.

#### **c) Formato de evaluación:**

Se deberá ser un registro de todo lo observado en el recorrido de inspección visual, anotando todas las manifestaciones de las fallas en las unidades de medidas correspondientes que permita determinar los tratamientos de mantenimiento posibles aplicar. **(Ver anexo)**

## **5.9 FALLAS<sup>29</sup>**

Son Aquellas deformaciones que se presentan en la capa asfáltica haciendo que aparezcan fisuras, grietas, hundimientos, etc., a lo ancho y largo de la vía, el cual perjudica la transitabilidad de los vehículos ocasionando accidentes, y congestión vehicular y a la vez deterioro de los mismos.

### **5.9.1 Tipos de Fallas:**

Las fallas en los pavimentos pueden ser separadas en dos tipos que son falla estructural y fallas de superficie o funcional.

#### **1. Falla Estructural:**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio no

---

<sup>29</sup> Información obtenida de :  
<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>, revisada por última vez 22/01/2017

necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas de proyecto.

## **2. Falla Superficial o Funcional:**

Es Aquella Falla que consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio que afectan de mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro.

Los dos tipos de fallas “Falla superficial o Funcional” y “Falla Estructura” no están necesariamente relacionados, pero pueden establecerse que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá en un plazo más o menos corto la falla funcional. En Ocasiones una falla funcional que no se atiende a su debido tiempo puede también conducir a una falla estructural.

## **2.13. FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>30</sup>**

### **2.13.5. Daños en estructura de pavimento**

#### **2.13.5.1. Fisura transversal o diagonal**

**Descripción:** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.



Imagen 10, Fisura longitudinal o diagonal- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles Causas:** Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud /

<sup>30</sup> Ing. Luis f. Altamirano kauffmann  
Deterioros en pavimentos rígidos: 21

ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas.

La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo a las características de las fisuras, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**M (Mediano)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**A (Alto)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**Medición:** Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede medirse:

- En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.

- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.
- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

### 2.13.5.2. Fisura

#### Longitudinal:

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



Imagen 11: Fisura longitudinal - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**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/o sus juntas longitudinales.

Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho/longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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/o 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 y/o despostillamiento y/o 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/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**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.

### **2.13.5.3. Fisura de Esquina.**

**Descripción:** Es una fisura que interseca 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.



Imagen 12, Fisura de esquina- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**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.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 con la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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

**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.

- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

#### 2.13.5.4. Losas subdivididas.

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



Imagen 13: Losas subdivididas- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla y el número de paños en que queda dividida la losa, de acuerdo a la siguiente tabla:

CLASE	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FISURA *	Nº DE Paños en que se divide la Losa
B	Bajo	4 ó 5
M	Mediano	De 6 a 8
A	Alto	Más de 8

Tabla N° 01: Nivel de severidad de losas subdivididas - Fuente – PCI Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

**Medición:** Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, 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.

## 2.14. Deformación en estructura del pavimento

### 2.14.5. Hundimiento.

**Descripción:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un Fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.



Imagen 14: Hundimientos- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en terraplenes cuando existen condiciones muy desfavorables para la fundación, o bien en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde

puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

**Niveles de severidad:** Siendo en general de gran longitud de onda, se pueden diferenciar tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según su incidencia en la comodidad de manejo, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

**M (Mediano)** El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

**A (Alto)** El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario

recurrir a una reducción de velocidad.

**Medición:** Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados pueden computarse sobre la base de:

- Los metros cuadrados afectados.
- El número de losas afectadas.
- Simplemente el número de daños observados.

## 2.15. Desintegraciones en estructuras del pavimento

### 2.15.5. Bache.

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



Imagen 15: Bache - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano  
Kauffmann 2007

**Posibles causas:** 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.

**Niveles de severidad;** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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:

Profundidad máxima ( cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 – 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 – 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Tabla 03: Nivel de severidad de los baches-  
Fuente – PCI Para Pavimentos Asfálticos y de  
Concreto en Carreteras

**Medición:** Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

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

## 2.15.6. Descascaramiento y fisuras capilares

### Descascaramiento:

Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

**Fisuras capilares:** Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°.



Imagen 16: Descascaramiento - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie

del concreto resulte muy débil frente a la retracción.

Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de concreto armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

**Niveles de severidad:** Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según el tipo de daño y el área de la losa afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.

**M (Mediano)** La losa evidencia descascaramiento, pero estas

son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.

**A (Alto)** La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.

**Medición:** Se miden en términos de número de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla se registra como una losa, con su nivel de severidad correspondiente.

Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección, para cada nivel de severidad.

#### **2.15.7. Levantamiento de losas**

**Descripción:** Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.



Imagen 17: Levantamiento de losas- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de concreto, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

**Niveles de Severidad:** Según la incidencia en la comodidad de manejo, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

**M (Mediano)** Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

**A (Alto)** El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

**Medición:** Los levantamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra, de acuerdo con las premisas siguientes:

- Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.

## 2.16. Deficiencia de las juntas

### 2.16.5. Despostillamiento

**Descripción:** 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.

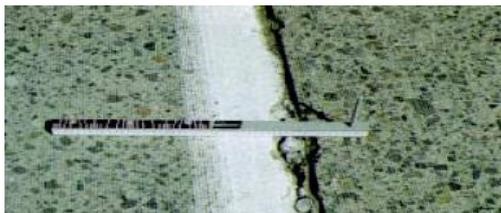


Imagen 18: Despostillamiento- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Los despostillamientos 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/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la

junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Pequeños fracturamientos, 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.

**Medición:** 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 ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.

- 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.

## **2.17. Otros deterioros.**

### **2.17.5. Parchados y reparaciones para servicios públicos**

**Descripción:** 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 serviciabilidad 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.

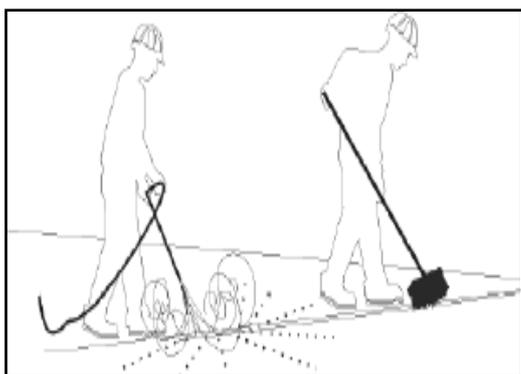


Imagen 19: Parchados- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro.

**M (Mediano)** El parche se encuentra moderadamente

deteriorado: se evidencia un moderado deterioro o descascamiento alrededor de sus bordes y/o 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.

**Medición:** 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.

## **2.18. ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CALLES Y AVENIDAS<sup>31</sup>**

La conservación de estas constituye como principal modo, que una entidad lleve a cabo su objetivo de proporcionar al usuario, una vía de adecuadas condiciones de transitabilidad.

La conservación vial tiene un propósito preventivo que incluye diversas actividades como las referidas a:

Evitar el ingreso de agua en la estructura del pavimento; por ejemplo, colocando capas de sello asfáltico, sellado de fisuras y grietas, capas asfálticas delgadas, etc.

Eliminar el agua de la estructura del pavimento; por ejemplo, mediante subdrenes, o la restauración del sistema de drenaje.

---

<sup>31</sup> Información obtenida de : [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras), revisada por última vez 22/01/2017

Restaurar la regularidad superficial del pavimento; por ejemplo, mediante el perfilado y el fresado.

## **2.19. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>32</sup>**

- ✓ Las técnicas de mantenimiento caen dentro de dos categorías generales: actividades correctivas y actividades preventivas.
- ✓ Las actividades correctivas reparan una falla dada y mejoran la serviciabilidad del pavimento. La reparación de espesor completo y reparación de espesor parcial son actividades correctivas.
- ✓ Las actividades preventivas son actividades que retardan

---

<sup>32</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010 - Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.

o previenen la aparición de una falla con el fin de mantener una buena serviciabilidad.

- ✓ Resello de juntas y grietas, nivelación de bermas, instalación de drenes, son técnicas preventivas. El cepillado, la colocación de barras de traspaso de cargas, la estabilización de losas, pueden actuar como técnicas correctivas así como también preventivas.

## **2.20. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>33</sup>:**

### **2.20.5. Sellado de Juntas y grietas.**

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas es el utilizado habitualmente:

1. Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de 2 o 3 cm.
2. Utilizando una máquina limpia juntas, limpian las caras verticales de la junta y se remueven los materiales extraños de la superficie del pavimento, extendiéndose varios centímetros a cada lado de la junta.
3. Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta. Las paredes de las juntas deben imprimarse con emulsión asfáltica diluida (emulsiones del tipo CSS-1 O SS- 1), no deberá imprimarse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo.



Imagen 20- limpieza y resellado de juntas-  
Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y

<sup>33</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010- Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos-: 45- 54

1. Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel; esto se realiza para proporcionar una cara inferior no adhesiva para el sello.

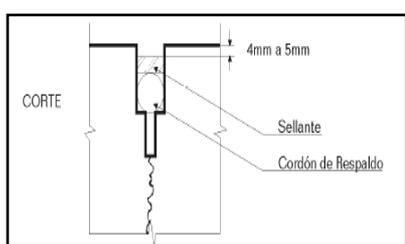


Imagen 21-Corte- Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo  
Valdivia – Chile – 2010

2. Se sella en una sola aplicación. Los bordes exteriores de las juntas transversales deben elevarse para evitar que el material de sellado escurra hacia el extremo de la losa.

### 2.13.5. Cepillado de la superficie.

- Antes de iniciar los trabajos se requiere de señalización de seguridad para trabajos en pista.

- La zona a intervenir deberá ser cepillada hasta que la superficie del pavimento a ambos de lados de una junta transversal o grieta esté en el mismo plano.
- La operación debe terminar en un pavimento que cumpla con una sección transversal típica. En esencia, se desea que el cepillado elimine el escalonamiento en juntas y grietas, que el conjunto de todas las variables relacionadas con la calidad del rodado queden dentro de los límites permitidos, es decir, como máximo 6 mm. de diferencia entre losas de hormigón.
- El equipo básico para este trabajo es la cepilladora. Esta es una máquina específicamente diseñada para suavizar y mejorar la textura para pavimentos de hormigón de cemento mediante estrellas diamantadas.

- El equipo debe ser de un tamaño tal que permita cortar o rasar a lo menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento exige una revisión periódica, especialmente en los se refiere a la circularidad de sus ruedas. Cualquier anomalía en este último sentido debe ser corregida de inmediato.
- Se requiere un recipiente con agua, ya que la cepilladora requiere de esta para evitar el desgaste mayor de las estrellas, así como para humedecer la superficie y evitar que el hormigón desbastado con el viento se suspenda en el aire, provocando problemas de visibilidad para los vehículos que circulan por las vías laterales. También se necesita de escobillones y palas para retirar los restos de polvo provocados por el cepillado.

## Cepillado de la Superficie



Imagen 22: Cepillado de juntas – Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile - 2010

### 2.13.6. PROCEDIMIENTO TÍPICO DE COLOCACIÓN DE PARCHES

- 1) Aserrar y remover materiales defectuosos
- 2) Compactar el fondo y aplicar riego de liga a los lados de la caja.
- 3) Colocar mezcla asfáltica en capas de no más de 3” y compactar.

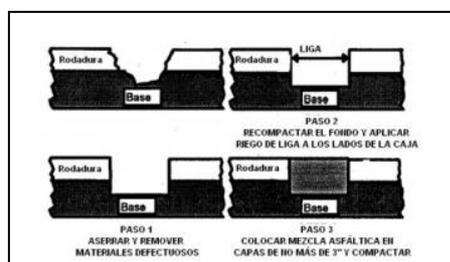


Imagen 23- Procedimiento típico de colocación de parches- fuente Sánchez 2009

### **2.13.7. Bacheo superficial.**

- ✓ Instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad, así como contar con los bandereros y paleteros requeridos. Delimitar el área por remover, marcándola con pintura; darle forma rectangular o cuadrada comprendiendo toda la zona deteriorada y hasta unos 0,30 m dentro del pavimento circundante en buen estado.
- ✓ Cortar por líneas que delimitan el área por remover dejando paredes verticales (de preferencia con sierra). Remover la mezcla hasta la profundidad en que se encuentre mezcla sana, sin grietas. En los baches alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo. Poner especial cuidado en no dañar ni soltar la base granular subyacente.

- ✓ Retirar los materiales sobrantes y transportarlos solo a botaderos autorizados donde deben colocarse en forma ordenada y recubrirse completamente con, a lo menos, 0,30 m del suelo.

### **2.13.8. Bacheo profundo.**

- ✓ Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.
- ✓ El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.
- ✓ Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte

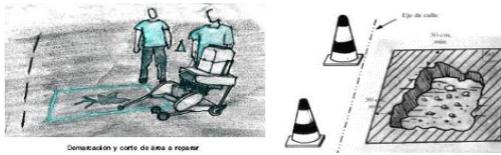


Imagen 24- Bacheo profundo, Dosificación y corte de área a recuperar- - Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

- ✓ Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.
- ✓ Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.

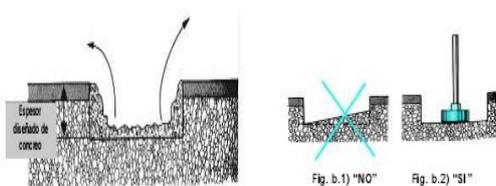


Imagen 25- Bacheo profundo, espesor diseñado de concreto - Fuente Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010.

- ✓ Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse

mediante un barrido energético.

- ✓ La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente. Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado.
- ✓ La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.
- ✓ La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso. Alternativamente podrá usarse un rodillo

manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.

- ✓ El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.

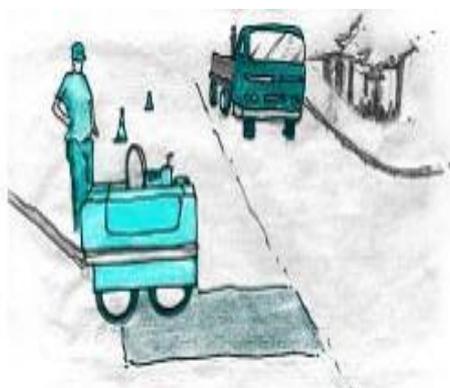


Imagen 26- la compactación -- Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

## 2.14. CONCLUSIONES

**De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones**

1. La investigación presenta la identificación, análisis y evaluación de las fallas del pavimento rígido de las calles Jirón

Arequipa de la Cuadra 2 A La Cuadra 3, Entre Av. Sánchez Cerro Y Jirón Cajamarca analizando el campo de estudio mediante inspección visual para determinar el nivel de severidad de las fallas encontradas.

2. Para analizar el tramo en estudio se procedió a dividir en dos unidades de muestra (secciones A y B) y así determinar en m<sup>2</sup> el porcentaje de daño por secciones. Se concluye que la sección “B” presenta más porcentaje de deterioro con un 34 % de área en mal estado y un 66% de área en buen estado, con relación a la sección “A” que presenta un 3% de área dañada y un 97% de área no dañada como se puede apreciar en las siguientes tablas.

SECCION "A"	PORCENTAJE DE DAÑO
Área dañada	3 %
Área no dañada	97%
Total	100%

SECCIÓN "B"	PORCENTAJE DE DAÑO
Área dañada	34%
Área no dañada	66%
Total	100%

3. Concluimos que el servicio del pavimento es bueno con respecto a la tabla de condición del pavimento (PCI) al encontrar un porcentaje de 82.5 % de área no dañada y un 17.5% de área dañada del pavimento rígido Total. El área en estudio se dividió en dos sectores "A" y "B" concluyendo que el sector "B" es el más dañado.

Fallas	Área m <sup>2</sup>	Área %
Área afectada sector "A" y "B"	257.37	17.5%
Área no afectada	1219.63	82.5 %
Área total	1477	100%

Tabla N°8: Comparación del porcentaje de deterioro  
Fuente: Elaboración propia

4. Al ser el Sector B el área más dañada con un 34% (porcentaje por sector) del deterioro se procederá al mantenimiento rutinario y recurrente según la tabla del PCI (Índice de condición del Pavimento) para la solución de las fallas que presentan.
5. Se llega a la conclusión que la falla que presenta mayor porcentaje de área es fisura Capilar con un 13.20% y la menor es fisura de esquina con un 0.14% con respecto al área total de la vía en estudio. (ver tabla detallada de fallas)

## 2.15. RECOMENDACIONES

- 1- Se recomienda a las autoridades pertinentes derivar a profesionales que realicen el estudio y análisis de los deterioros de las calles y avenidas de Piura con la finalidad de prever y dotar de un mantenimiento adecuado que prolongue la vida útil de las mismas.

- 2- Para evitar un aumento de los porcentajes en las fallas se recomienda realizar un mantenimiento preventivo al pavimento rígido de las vías de Piura, y así anticipar deterioros que demanden mayor costo, el desgaste de vehículos y el malestar entre la población.
- 3- Para que los pavimentos de nuestra ciudad se encuentren en muy buen estado recomiendo a los profesionales realizar un trabajo eficiente tomando en cuentas las normas y tener como apoyo principal buenos materiales y equipos de calidad.
- 4- Recomiendo que al realizarse los proyectos de mantenimiento en los pavimentos rígidos de Piura se lleven a cabo las especificaciones técnicas de acuerdo a las normas y así hacer un control para evaluar su ejecución.
- 5- Al ser una de las fallas con más grado de afectación la Fisura Capilar que afecta a la superficie del pavimento se recomienda hacer mantenimiento rutinario según manual de mantenimiento vial Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) para preservar la red vial y mantener niveles de servicio adecuado.

## **REFERENCIAS**

### **BIBLIOGRÁFICAS**

#### **Libros**

- 1) Altamirano kauffmann, Luis - Deterioros en pavimentos rígidos. Pág. 08
- 2) Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05.
- 3) Córdoba, Jorge Eliécer - Pavimentos 2014.
- 4) G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento. pág. 21.

- 5) Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.
- 6) Hernández, Fernández y Baptista (1998) Diseño de investigación.
- 7) Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia- 2012) “ Estudio de las fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”
- 8) Miranda Rebolledo, Ricardo Javier (Valdivia – Chile), Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010.
- 9) Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010, Pag.09
- 10) Tabares Gonzales, Lozano Ricardo - 2005 – Diagnostico de la vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetro obtenidos de la vía acceso al Barrio Ciudadela Del Café- Vía La Badea – pág.11.
- 11) Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito, Pág. 02.
- 12) Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para sub-rasante, sub base y base de pavimentos.
- 13) Sánchez 2010- Etapas para la preparación de la base.

### **Linkografía**

- 1) [http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html)

- 2) <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>
- 3) <http://shounyalamilla.blogspot.pe/p/23-tipos-de-Metodos-inductivo-deductivo.html>
- 4) [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras)

## REFERENCIAS PERSONALES



DARWINS AMERICO ZAPATA  
JIMENEZ

Bachiller en Ingeniería Civil,  
egresado de la Universidad Alas  
Peruanas – Filial Piura.

Me considero una persona  
dinámica, propuesto a cumplir  
mis metas teniendo presente  
siempre mi integridad profesional  
y valorando la carrera a la cual  
me he preparado.

## ANEXO 09

### CATALOGO DE LA SUNEDU

#### RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, TESIS Y PROYECTOS

##### I. DATOS GENERALES

- **PREGRADO**

- ✓ **UNIVERSIDAD:** Alas peruanas
- ✓ **FACULTAD:** Ingenierías y Arquitectura
- ✓ **CARRERA PROFECIONAL:** Ingeniería Civil
- ✓ **TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACION:**  
“MANTENIMIENTO DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE PIURA PARA LOGRAR UNA NORMAL TRANSITABILIDAD VEHICULAR: JIRÓN AREQUIPA DE LA CUADRA 2 A LA CUADRA 3, ENTRE AV: SANCHEZ CERRO Y JIRON CAJAMARCA”
- ✓ **AREA DE INVESTIGACION:** Construcción
- ✓ **AUTOR:** Bach. DARWINS AMÉRICO ZAPATA JIMENÉZ
- ✓ **DNI:** 45883101
- ✓ **TITULO PROFESIONAL DE CONDUCE:** Ingeniero Civil
- ✓ **AÑO DE LA APROBACION DE LA SUSTENTACION:** 2017
- ✓ **Email:** darwins\_zj@hotmail.com

## II. RESUMEN

El presente trabajo basa su investigación una de las problemáticas que ahonda nuestro departamento: deterioro de calles y avenidas en la provincia de Piura. En mi investigación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrar los diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, análisis de las fallas existentes, y se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor Comprensión del proceso.

En este trabajo se muestra a las calles Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, Entre Av. Sánchez Cerro, Y Jirón Cajamarca”, destacando las principales fallas y deterioros, las posibles reparaciones y los procesos constructivos sirviendo de aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

El objetivo de elaborar esta tesis es analizar las fallas encontradas en el pavimento rígido de la Jirón Arequipa cuadra 2 y la cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura para conocer en qué condiciones se encuentra y proponer un mantenimiento adecuado.

La metodología utilizada es el método inductivo, analítico, dialéctico y deductivo, por lo cual se identificó las fallas encontradas en el pavimento rígido del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura, considerándose de tipo no experimental para poder llegar así a un análisis.

La hipótesis de esta investigación es analizar las fallas encontradas del pavimento del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la 3 entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca de Piura para dar las posibles soluciones de

mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento para lograr mayor transitabilidad y ayudará a descongestionar las vías.

**PALABRAS CLAVES: “Mantenimiento de calles y avenidas”**

## **1.11. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.11.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el “Mantenimiento de las calles y Avenidas de Piura para lograr una normal transitabilidad vehicular “Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la Cuadra 3 entre Av. Sánchez Cerro, y Jirón Cajamarca.

### **1.11.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer mediante un análisis de las fallas las causas que originaron la problemática de transitabilidad en el jirón en estudio.
- Plantear soluciones innovadoras en mantenimientos de fallas superficiales con el fin de mejorar la transitabilidad vehicular.

## **1.12. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.12.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Al realizar el mantenimiento del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro, y Jirón Cajamarca, permitirá una normal transitabilidad.

### **1.12.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Al analizar las patologías existentes en el pavimento lograremos conocer la severidad de las fallas encontradas.
- Al subsanar las patologías del Jirón Arequipa de la cuadra 2 a la cuadra 3, entre Av. Sánchez Cerro y Jirón Cajamarca se logrará mejorar la transitabilidad.

## 2.16. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.16.5. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Varios estudiosos han tocado este tema de las fallas en pavimentos rígidos, entre estos tenemos:

- A)** Altamirano Kauffmann, Luis (Nicaragua-20017) en su investigación “Deterioro de Pavimentos Rígidos Metodología de medición, posibles Causas de deterioro y reparaciones”, presenta una descripción general de los pavimentos rígidos con las posibles causas de deterioros.

Concluye que la mayoría de los deterioros encontrados corresponden al fisuramiento de las estructuras de pavimentos que por falta o inadecuado mantenimiento, estas progresan hasta tal grado de generar a través de su evolución deterioros mayores como fisuramiento en bloques; baches de profundidad que afecta el tráfico circundante y propicio para acumulación de agua; grietas longitudinales y transversales con longitudes que atraviesan en ocasiones más de un tablero de losa; deficiencia en los materiales de sellos producto del alabeo de las losas por los cambios volumétricos debido a las temperaturas permitiendo esfuerzos de flexión en el interior de las grietas y ocasionando fracturamiento superior y descascaramientos; peladuras con incidencia de rugosidades altas y moderadas que propician la aparición de hundimientos y baches localizados; hundimientos producto de la falta de soporte de la fundación por la calidad de los suelos que integran las capas inferiores a la carpeta de rodamiento.

**B)** Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia-2012) presentan su tesis “ Estudio de las Fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del Municipio De Tamalameque Cesar” concluyen que Mediante la evaluación de los diferentes pavimentos en estudio del municipio de Tamalameque se pudo obtener información del estado físico de estos, la inspección visual fue fundamental para determinar el grado de deterioro de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados; lo que arrojaron información que fue empleada para definir tipos de fallas, áreas a tratar, causas y alternativas de solución.

**C)** Miranda Rebolledo Valdivia, Ricardo Javier (Chile-2010) en su tesis: “Deterioros en Pavimentos Flexibles y Rígidos” presentada para optar por el título de Ingeniero constructor concluye que: Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de 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. Además la conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema.

#### **2.16.6. ANTECEDENTES NACIONALES.**

**A)** Sarmiento Soto, Juan Alberto y Arias Choque, Tony Waldo (Lima-2015) presentan su proyecto profesional para optar el título de ingeniero civil denominado: “Análisis y Diseño Vial de la Avenida Mártir Olaya ubicada en el Distrito de Lurín del Departamento de Lima” concluyendo que las condiciones actuales de la avenida Mártir Olaya muestran fácilmente la necesidad de un pavimento que cumpla con las condiciones actuales del tráfico. Al encontrarse un pavimento con tal

deficiencia, el recapeo no es una opción a considerarse y se encuentra como única solución la reconstrucción.

**B)** Llosa Grau, Joaquín (Lima-2006) presenta su proyecto profesional: “Propuesta Alternativa Para La Distribución Racional Del Presupuesto Anual Municipal Para El Mantenimiento Y Rehabilitación De Pavimentos”. El presente trabajo tiene por objeto desarrollar la evaluación superficial de los pavimentos en el municipio de La Molina, sugiriendo una metodología racional que permita evaluar las vías periódicamente y de esta manera estructurar un plan de desarrollo técnico y económico para su rehabilitación o mantenimiento. concluyendo que: El tiempo de servicio de los pavimentos depende de los trabajos de rehabilitación, tanto del tipo superficial como estructural. Un mantenimiento adecuado y una buena práctica de limpieza mejoran la serviciabilidad del pavimento e incrementa su vida útil. Los municipios en la actualidad esperan que las vías estén totalmente deteriorada para realizar el mantenimiento o rehabilitación, lo cual está mal debido a que el costo de mantenimiento y rehabilitación es bastante mayor que si se realizara un trabajo periódico.

**C)** Hidalgo Gamarra, Joissy Catherine (Lima-2006) presenta el Proyecto Profesional: “Evaluación del Sistema de Gestión de Pavimentos Flexibles en el Perú”. Concluyendo que el desarrollo del deterioro depende no solamente de los factores climáticos y de las cargas de tránsito sino también de la calidad o performance que presente el pavimento al inicio, esto a su vez está relacionado al buen diseño del pavimento y su buena construcción para lo que se requiere de una mayor inversión inicial, pero que convendrá a largo plazo al invertir menos en el mantenimiento o rehabilitación. Esto se corrobora al comparar los

costos obtenidos de los pavimentos peruanos y estadounidense para las diferentes estrategias de mantenimiento. En el país existe una preocupación por mejorar en el ámbito de la gestión de pavimentos, el primer paso ya se ha dado, con constancia, perseverancia y disciplina, es decir, debemos empezar a considerar las bondades del largo plazo, de la buena planificación y la constancia, así no sólo las entidades sino que todos podrán lograr desarrollar sus potencialidades.

#### **2.16.7. ANTECEDENTES LOCALES**

- A)** Morales Olivares, Javier Paúl (Piura-2004) presenta su tesis “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo” para optar el título de Ingeniero Civil concluye que la metodología propuesta en la presente tesis , es aplicable a los pavimentos de Piura pese a que no se cuenta con el equipo necesario para realizar las evaluaciones pertinentes , las cuales se pueden reemplazar con equipos menos sofisticados como son: el rugosímetro (evaluación superficial) y el Deflectómetro Viga Benkelman simple (evaluación estructural) que se encuentran disponibles en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- B)** Gamboa Chicchón, Karla Patricia (Piura-2009) presenta su tesis para optar por el título de Ingeniero Civil denominada: “Cálculo del Índice de Condición Aplicado en del Pavimento flexible en la av. Las palmeras de Piura”. Los resultados de este trabajo llevan a concluir que gran parte de la Av. Las Palmeras se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario,

periódico y/o rehabilitación. Concluyendo que: El índice de condición del pavimento (PCI) es un método de auscultación sencillo y que aplicado adecuadamente resulta de gran utilidad, ya que, permite estimar según el valor del PCI, el estado real del pavimento y las posibles técnicas de conservación, mantenimiento y/o rehabilitación a emplear.

- C)** (Diario El Tiempo 02/06/10) indica que: En las diferentes arterias de Piura la EPS Grau que no puede permitirse que rompa las pistas y no reponga el pavimento ni el rígido (bloquetas) y el flexible (asfalto).cada parche que realizan, la Comuna invierte un promedio entre 3 mil a 4 mil nuevos soles. Muestra clara de los huecos son los de la Av. Sánchez Cerro con calle Cuzco en donde la Empresa Prestadora hace 10 días rompió la pista y ahora luce un hueco abandonado. La Municipalidad Provincial de Piura a través de la Gerencia Territorial y de Transportes emitirá un documento a la Empresa Prestadora de Servicios Grau S.A. (EPS Grau S.A.) para que cumpla con la tarea de reponer el pavimento en las diversas calles y avenidas de la ciudad, las mismas que rompe para realizar sus trabajos de mantenimiento de tuberías.

## **2.17. BASES TEÓRICAS**

### **2.17.5. PAVIMENTOS.<sup>34</sup>**

El pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados comprendidas entre el nivel superior de las terracerías (subrasante) y la superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, a la del intemperismo, y otros agentes perjudiciales. Así como la de transmitir

---

<sup>34</sup> G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento: 21

adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que no se deforme de modo de manera perjudicial.

<sup>35</sup>Los pavimentos se dividen en flexibles y rígidos. El comportamiento de los mismos al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver en la siguiente imagen.

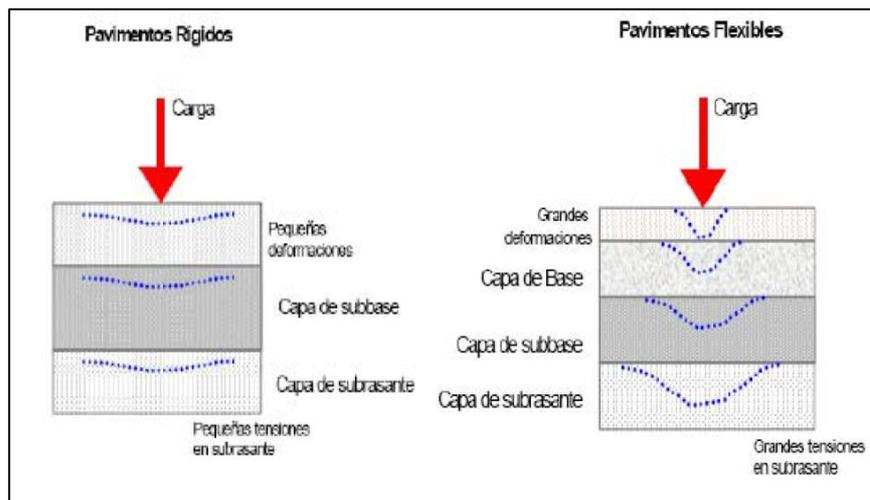


Imagen 01: Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos (Ricardo Javier miranda Rebolledo Valdivia – Chile)

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante.

Lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.

Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos (Ricardo Javier miranda Rebolledo Valdivia – Chile)

<sup>35</sup> Miranda Rebolledo, Ricardo Javier Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 01

### 2.17.6. Ciclo de vida de los pavimentos<sup>36</sup>

El ciclo de vida del pavimento, sin considerar un mantenimiento y rehabilitación, se puede representar mediante una curva de comportamiento, la cual es una representación histórica de la calidad del pavimento. Dicha curva evidencia cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

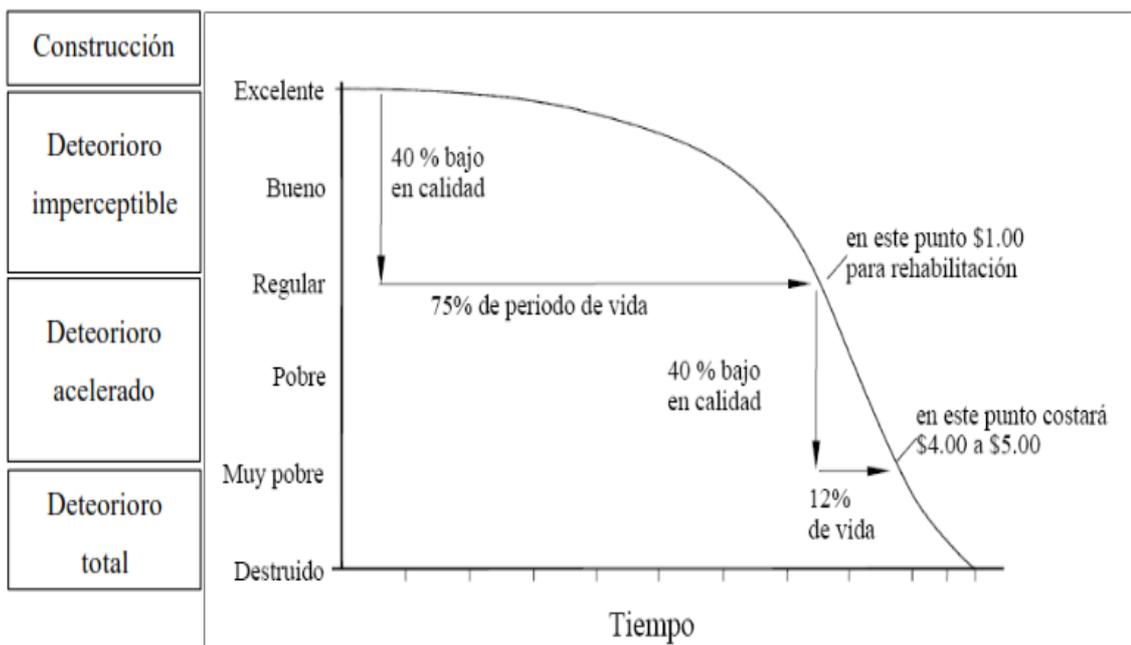
- ✓ **Construcción:** El estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural.
- ✓ **Deterioro imperceptible:** El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual esta alrededor del 0.4

---

<sup>36</sup> Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.

a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular.

- ✓ Deterioro acelerado: Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre.
- ✓ Deterioro total: Esta etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumenta y la vía se hace intransitable para autos.<sup>3</sup>



Es importante citar que con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento se puede determinar la condición. Asimismo existen otras variables además del tiempo como el número de ejes equivalentes y el tránsito acumulado que nos permitirán graficar la degradación del pavimento. Asimismo el ciclo de vida de los pavimentos puede alargarse si se realiza trabajos de mantenimiento y rehabilitación de manera oportuna, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

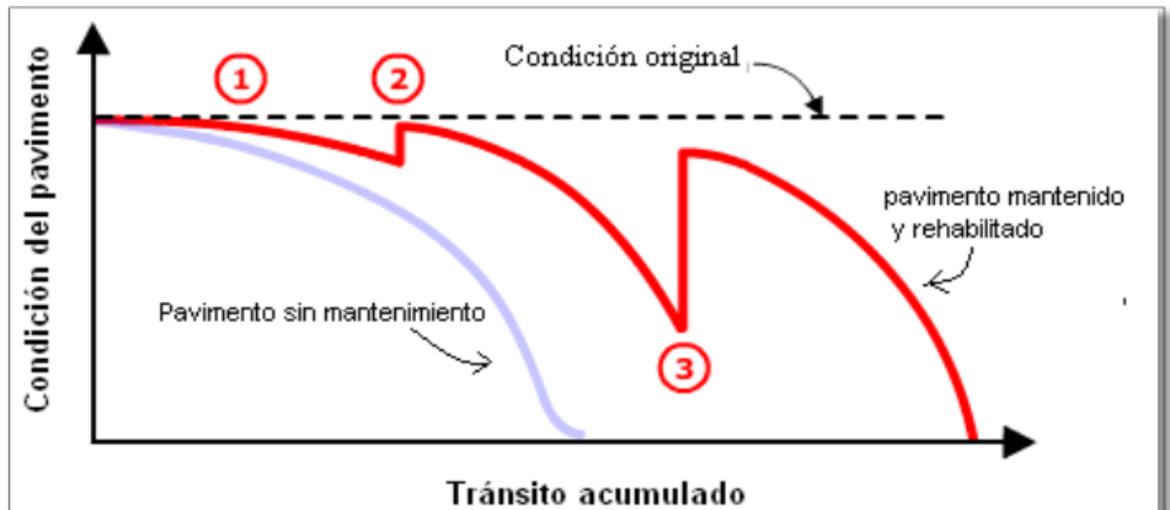


Imagen 03 : Ciclo de vida de los pavimentos con mantenimiento y rehabilitación- (Sánchez 2012)

Se puede observar la curva gris que representa el comportamiento de un pavimento sin intervención y la de color rojo con mantenimiento y rehabilitación. En la curva roja se identificación tres puntos, los cuales se describen a continuación:

En el punto 1 el pavimento se deteriora con menor rapidez debido a trabajos de mantenimiento. En el punto 2 se aplica un trabajo inicial de rehabilitación que restaura la condición del pavimento. Por ultimo en el punto 3 se realiza una segunda intervención de

rehabilitación que restaura la mayoría de la condición original del pavimento.

En el siguiente punto se desarrollara el tema de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

#### **2.17.7. Tipos de pavimentos<sup>37</sup>**

Se presentan principalmente 4 tipos de pavimentos, los cuales son flexibles, rígidos, semirígido y articulados. Se diferencian por la estructura y las capas que las conforman. Asimismo como se transmiten los esfuerzos y deflexiones a las capas subsecuentes.

Un pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico con o sin acero. Este tipo de pavimentos no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores. La sección transversal de un pavimento rígido está compuesta por la losa de concreto hidráulico que va sobre la sub-base y estas sobre la sub-rasante. Tiene costos iniciales de construcción altos en comparación con los pavimentos flexibles y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años.

El mantenimiento que requiere es mínimo, primordialmente en las juntas.

---

<sup>37</sup> Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05

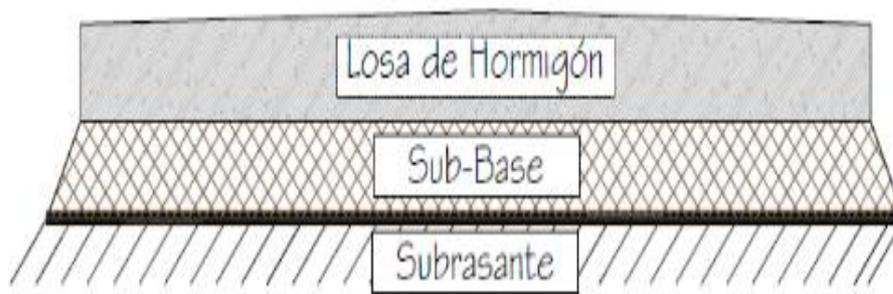


Imagen 04: Tipos de pavimentos flexibles y rígidos, sección típica transversal pavimento rígido (Armijos -2009)

Por otro lado un pavimento flexible cuenta con una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa. Este pavimento está compuesto de una carpeta asfáltica, base granular y capa de sub-base. Es más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de 10 a 15 años. Requiere de un mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

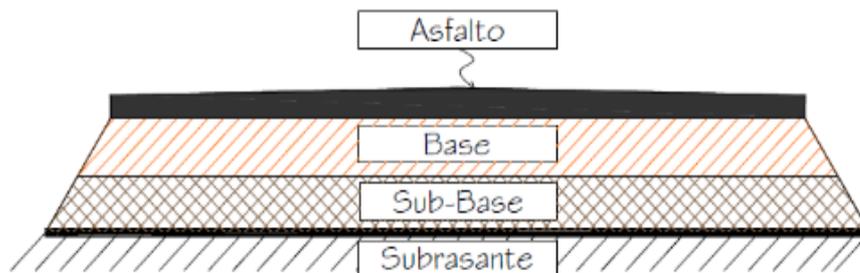


Imagen 05: Sección típica transversal pavimento flexible - Fuente: Armijos 2009

Los pavimentos semi-rígidos contienen la misma estructura que los flexibles, con la variación que se rigidiza artificialmente una de las capas con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; incrementando la capacidad portante del suelo. Dentro de este tipo están incluidos los pavimentos compuestos, los cuales combinan tipos de pavimentos flexibles y rígidos,

normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima.

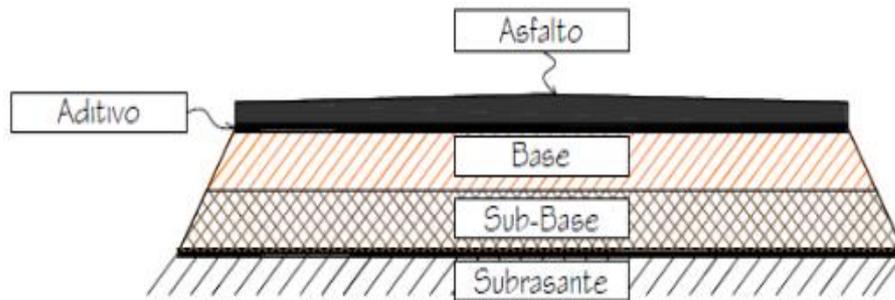


Imagen 06: Sección típica transversal pavimento semi-rígido - Fuente: Armijos 2009

Por último tenemos a los pavimentos denominados articulados, cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto prefabricados, iguales entre sí y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante.

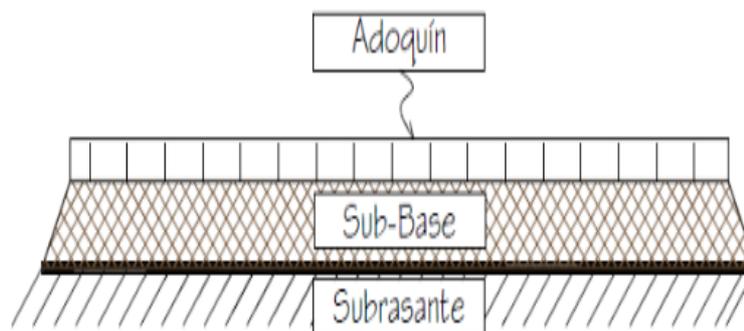


Imagen 07: Sección típica transversal pavimento articulado - Fuente: Armijos 2009.

## 2.17.8. ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.<sup>38</sup>

### 2.17.8.1. Base.

La base es la capa situada debajo de la carpeta (pavimento flexible). Su función es eminentemente ser resistente, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suele corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares, pero para tránsito pesado se emplean ya materiales granulares tratados con un cementante.

#### Etapas para la preparación de la base



Imagen 08 "Etapas para la preparación de la base" – Sánchez 2010

<sup>38</sup> Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para sub-rasante, sub base y base de pavimentos.

#### **2.17.8.2. Sub- Base.**

En los pavimentos flexibles, la sub-base es la capa situada debajo de la base y sobre la capa subrasante, debe ser un elemento que brinde un apoyo uniforme y permanente al pavimento.

Cuando se trate de un pavimento rígido, esta capa se ubica inmediatamente abajo de las losas de hormigón, y puede ser no necesaria cuando la capa subrasante es de elevada capacidad de soporte.

Su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación. Debe ser un elemento permeable para que cumpla también una acción drenante, para lo cual es imprescindible que los materiales usados carezcan de finos y en todo caso suele ser una capa de transición necesaria.

Esta capa no debe ser sujeta al fenómeno de bombeo y que sirva como plataforma de trabajo y superficie de rodamiento para las máquinas pavimentadoras. En los casos que el tránsito es ligero, principalmente en vehículos pesados, puede prescindirse de esta capa y apoyar las losas directamente sobre la capa subrasante. Se emplean normalmente sub-bases granulares constituidas por materiales cribados o de trituración parcial, suelos estabilizados con cemento, etc.

### 2.17.8.3. Sub-rasante.

Esta capa debe ser capaz de resistir los esfuerzos que le son transmitidos por el pavimento. Interviene en el diseño del espesor de las capas del pavimento e influye en el comportamiento del pavimento. Proporciona en nivel necesario para la subrasante y protege al pavimento conservando su integridad en todo momento, aún en condiciones severas de humedad, proporcionando condiciones de apoyo uniformes y permanentes.

Con respecto a los materiales que constituyen la capa subrasante, necesariamente deben utilizarse suelos compactables y obtener por lo menos el 95% de su grado de compactación.



**Imagen 09** – Etapas para la preparación de la sub-rasante” – Fuente Sánchez 2010

### **2.17.9. ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE INTEGRAN UN PAVIMENTO RÍGIDO.<sup>39</sup>**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losa y juntas sin pasajuntas, las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables.

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculos de pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia de hormigón de las losas, para una carga y suelos dados.

Aunque en teoría las losas de hormigón hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante.

---

<sup>39</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 09

### **2.17.9.1. Tipos de Pavimentos Rígidos<sup>40</sup>:**

#### **a) Concreto hidráulico simple**

No contiene armadura en la losa y el espaciamiento entre juntas es pequeño (entre 2.50 a 4.50 metros ó 8 a 15 pies). Las juntas pueden o no tener dispositivos de transferencia de cargas (dovelas).

#### **b) Concreto hidráulico reforzado**

Tienen espaciamientos mayores entre juntas (entre 6.10 y 36.60 metros ó 20 a 120 pies) y llevan armadura distribuida en la losa a efecto de controlar y mantener cerradas las fisuras de contracción.

#### **c) Concreto hidráulico reforzado continuo**

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciamiento adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

---

<sup>40</sup> Ing. Luis. F. Altamirano Kauffmann -Deterioros en pavimentos rígidos – Pág. 08

## 2.18. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS<sup>41</sup>.

### 2.18.5. PAVIMENTO FLEXIBLE

#### **Ventajas:**

- Su construcción inicial resulta más económica.
- Tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años.

#### **Desventajas:**

- Para cumplir con su vida útil requiere de un mantenimiento constante.
- Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto y son un peligro potencial para los usuarios. Esto constituye un serio problema en intersecciones, casetas de cobro de peaje, donde el tráfico está constantemente frenando y arrancando. Las roderas llenas de agua de lluvia en estas zonas, pueden causar deslizamientos, pérdida de control del vehículo y por lo tanto, dar lugar a accidentes y a lesiones personales.
- Las roderas, dislocamientos, agrietamientos por temperatura, agrietamientos tipo piel de cocodrilo (fatiga) y el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de selladores de grietas y de recubrimientos superficiales.
- Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto sobre todo cuando el asfalto esta húmedo y con huellas.

---

<sup>41</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010: 13

- Una vez que se han formado huellas en un pavimento de asfalto, la experiencia ha demostrado, que la colocación de una sobre carpeta de asfalto sobre ese pavimento no evitara que se vuelva a presentar.

#### **2.18.6. PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

##### **Ventajas:**

- El hormigón refleja la luz, lo que aumenta la visibilidad y puede disminuir los costos de iluminación en las calles hasta un 30%, en cantidad de luminarias y consumo de energía.
- El hormigón no se ahueca nunca, por lo tanto no hay acumulación de agua y, por ende, tampoco se produce hidroplaneo. Por otra parte, se disminuye el efecto "spray", que es el agua que despiden los vehículos que van adelante sobre el parabrisas del de atrás, impidiendo la visibilidad.
- Es fácil darles "rugosidad" a los pavimentos de hormigón durante su construcción, para generar una superficie que provea de mayor adherencia.
- La rigidez del hormigón favorece que la superficie de rodado mantenga la planeidad.
- La lisura es el factor más importante para los usuarios. Actualmente, los pavimentos de hormigón se pueden construir más suaves que los de asfalto.
- A diferencia del asfalto, el hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzca ahuecamiento, deformaciones o lavado de áridos.
- La superficie dura del hormigón hace más fácil el rodado de los neumáticos.

- El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo. Después del primer mes, el hormigón continúa lentamente ganando 40% de resistencia durante su vida.
- El hormigón tiene una vida promedio de 30 años.
- Los pavimentos de hormigón frecuentemente sobrepasan la vida de diseño y las cargas de tráfico.

**Desventajas:**

- Tiene un costo inicial mucho más elevado que el pavimento flexible.
- Se deben tener cuidado en el diseño.

**2.19. EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS<sup>42</sup>**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al conducir, esto significa que el camino debe entregar un nivel deservicio acorde a la demanda solicitada.

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

En la presente investigación medimos la condición del Pavimento con la siguiente escala del PCI

---

<sup>42</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, "Gestión de Conservación vial" Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

### 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

Tabla N° 01- Índice de la condición del Pavimento – Fuente PCI

### Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos

Existen distintos niveles de intervención en la conservación vial, estos se clasifican en función a la magnitud de los trabajos necesarios, desde una intervención simple hasta una intervención más complicada y por ende más costosa. El mantenimiento reduce la velocidad del deterioro del pavimento corrigiendo pequeños defectos antes de que ellos empeoren y conduzcan a deterioros mayores. Buscando recuperar el deterioro de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por los efectos del clima. Más allá de cierto punto, el simple mantenimiento no es suficiente y se requieren obras de rehabilitación que conducen a un mejoramiento en la condición del pavimento, recuperando las condiciones iniciales de la vía.

Las actividades de mantenimiento se agrupan en dos categorías, las cuales son: preventivas y correctivas.

- ❖ El mantenimiento preventivo incluye aquellas actividades realizadas para proteger el pavimento y reducir su tasa de deterioro.

- ❖ Por su parte el mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas.

A continuación se presentan la tabla 02 donde se relacionan los rangos de PCI de un pavimento Rígido a la categoría de acción a utilizar.

RANGO DE PCI	CATEGORÍA DE ACCIÓN
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación – Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Tabla N° 02 – Correlación de categoría con rango PCI – Fuente PCI

## 2.20. Importancia de la evaluación de pavimentos<sup>43</sup>

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

<sup>43</sup> Maestría en vías terrestre. Módulo IV, “Gestión de Conservación vial” Medición del PCI en el pavimento. -2011: 08

### **2.20.5. Tipos de evaluación<sup>44</sup>**

Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre el estado de la condición funcional y estructural. A continuación se describirá a detalle ambos tipos de evaluación.

#### **c) Evaluación funcional:**

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

Entre este tipo de deficiencias se encuentran: La rugosidad, fallas superficiales y pérdida de fricción, costo de usuario y el medio ambiente.

#### **d) Evaluación estructural:**

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento.

### **2.20.6. Procedimiento para la evaluación superficial del pavimento**

Para efectuar la evaluación superficial de pavimentos se ha considerado 3 pasos importantes a realizar en base a necesidades de identificar los deterioros o fallas del pavimento, que serán de material de evaluación específicamente en relación a las características físicas de las calzadas y su superficie de rodadura.

---

<sup>44</sup> Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito: 02

A continuación se describe los pasos a seguir para efectuar la evaluación superficial de los pavimentos mediante la inspección visual de las vías.

**d) Inspección visual.**

Se efectuara un recorrido de la vía a estudiar con la finalidad de obtener información sistematizada. Esta inspección se realiza de a pie, para inspeccionar visualmente las condiciones generales del pavimento seleccionado.

**e) Observación de las fallas:**

Determinar las condiciones del pavimento recorriendo la vía lentamente para observar manifestaciones de fallas en función de tipo, severidad y extensión de la manifestación y ocurrencia de dichas fallas.

**f) Formato de evaluación:**

Se deberá ser un registro de todo lo observado en el recorrido de inspección visual, anotando todas las manifestaciones de las fallas en las unidades de medidas correspondientes que permita determinar los tratamientos de mantenimiento posibles aplicar. **(Ver anexo)**

**2.21. FALLAS<sup>45</sup>**

Son Aquellas deformaciones que se presentan en la capa asfáltica haciendo que aparezcan fisuras, grietas, hundimientos, etc., a lo ancho y largo de la vía, el cual perjudica la transitabilidad de los

---

<sup>45</sup> Información obtenida de : <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>, revisada el día 22/01/2017.

vehículos ocasionando accidentes, y congestión vehicular y a la vez deterioro de los mismos.

#### **2.21.5. Tipos de Fallas:**

Las fallas en los pavimentos pueden ser separadas en dos tipos que son falla estructural y fallas de superficie o funcional.

##### **1. Falla Estructural:**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas de proyecto.

##### **2. Falla Superficial o Funcional:**

Es Aquella Falla que consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio que afectan de mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro.

Los dos tipos de fallas “Falla superficial o Funcional” y “Falla Estructura” no están necesariamente relacionados, pero pueden establecerse que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá en un plazo más o menos corto la falla funcional. En Ocasiones una falla funcional que no se atiende a su debido tiempo puede también conducir a una falla estructural.

## 2.13. FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>46</sup>

### 2.13.5. Daños en estructura de pavimento

#### 2.13.5.1. Fisura transversal o diagonal

**Descripción:** Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.



Imagen 10: Fisura longitudinal o diagonal- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles Causas:** Son causadas por una combinación de los siguientes factores: excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga), deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas.

La ausencia de juntas transversales o bien losas con una relación longitud / ancho excesivos, conducen a fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas, respectivamente. Variaciones significativas en el espesor de las losas provocan también fisuras transversales.

---

<sup>46</sup> Ing. Luis f. Altamirano kauffmann Deterioros en pavimentos rígidos: 21

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo a las características de las fisuras, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras finas, no activas, de ancho promedio menor de 3 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con sello en condición satisfactoria; no hay signos visibles de despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**M (Mediano)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas, de ancho promedio entre 3 y 10 mm.
- Fisuras de 10 mm de ancho con despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.
- Fisuras selladas de cualquier ancho, con material de sello en condición insatisfactoria y/o despostillamiento y/o dislocamiento menor de 10 mm.

**A (Alto)** Existen algunas de las condiciones siguientes:

- Fisuras activas de ancho promedio mayor de 10 mm.
- Fisuras selladas, con despostillamientos severos y/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**Medición:** Una vez identificada la severidad de la fisura, esta puede medirse:

- En metros lineales, totalizando metros lineales en sección o muestra.
- Registrándola por losa, totalizando el número de losas afectadas por fisuras transversales y/o longitudinales.

- Si existen dos fisuras en una misma losa, se adopta el nivel de severidad de la fisura predominante.

#### 2.13.5.2. Fisura Longitudinal:

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



Imagen 11: Fisura longitudinal - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**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/o sus juntas longitudinales.

Con frecuencia la ausencia de juntas longitudinales y/o losas, con relación ancho/longitud excesiva, conducen también al desarrollo de fisuras longitudinales.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, mediano, alto) de acuerdo al ancho de la fisura, condición y estado de los bordes, según la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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/o 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 y/o despostillamiento y/o 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/o dislocamiento mayor de 10 mm.

**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.

### 2.13.5.3. Fisura de Esquina.

**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.



Imagen 12: Fisura de esquina- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**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.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 con la siguiente guía:

**B (Bajo)** 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

**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.
- También puede medirse en metros lineales, totalizando metros lineales en la sección o muestra evaluada.

#### 2.13.5.4. Losas subdivididas.

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



Imagen 13: Losas subdivididas- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son originadas por la fatiga del concreto, provocadas por la repetición de elevadas cargas de tránsito y/o deficiente soporte de la fundación, que se traducen en una capacidad de soporte deficiente de la losa.

**Niveles de Severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano, Alto) en base a la severidad de las fisuras que detienen la malla y el número de paños en que queda dividida la losa, de acuerdo a la siguiente tabla:

CLASE	NIVEL DE SEVERIDAD DE LA FISURA *	Nº DE Paños en que se divide la Losa
B	Bajo	4 ó 5
M	Mediano	De 6 a 8
A	Alto	Más de 8

Tabla N° 01: Nivel de severidad de losas subdivididas -Fuente – PCI Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

**Medición:** Se miden contando la cantidad total que existe en una sección muestra, 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.

## 2.14. Deformación en estructura del pavimento

### 2.14.5. Hundimiento.

**Descripción:** Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada del mismo; puede estar acompañado de un Fisuramiento significativo, debido al asentamiento del pavimento.



Imagen 14:Hundimientos- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se producen asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en terraplenes cuando existen condiciones muy desfavorables para la fundación, o bien en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o

bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de las losas.

**Niveles de severidad:** Siendo en general de gran longitud de onda, se pueden diferenciar tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según su incidencia en la comodidad de manejo, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El hundimiento causa al vehículo un balanceo o salto característico, sin generar incomodidad.

**M (Mediano)** El hundimiento causa a los vehículos un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad.

**A (Alto)** El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control de los vehículos, siendo necesario recurrir a una reducción de velocidad.

**Medición:** Los hundimientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, la cantidad existente en una sección o muestra. Los resultados pueden computarse sobre la base de:

- Los metros cuadrados afectados.
- El número de losas afectadas.
- Simplemente el número de daños observados.

## 2.15. Desintegraciones en estructuras del pavimento

### 2.15.5. Bache.

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



Imagen 15: Bache - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** 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.

**Niveles de severidad;** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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:

Profundidad máxima ( cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 – 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 – 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

Tabla 03: Nivel de severidad de los baches- Fuente – PCI Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras

**Medición:** Los baches descubiertos pueden medirse alternativamente:

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

#### 2.15.6. Descascaramiento y fisuras capilares

**Descascaramiento:** Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto.

**Fisuras capilares:** Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto. Las mismas que tienden a intersectarse en ángulos de 120°.



Imagen 16: Descascaramiento - Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Las fisuras capilares generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción.

Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascaramiento de la superficie, posibilitando un desconchado que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascaramiento en pavimentos de concreto armado, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

**Niveles de severidad:** Se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) según el tipo de daño y el área de la losa afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Fisuras capilares se extienden sobre toda la losa; la superficie se encuentra en buena condición sin descascaramiento.

**M (Mediano)** La losa evidencia descascaramiento, pero estas son de reducida área, afectando menos del 10% de la losa.

**A (Alto)** La losa evidencia descascaramiento en áreas significativas, afectando más del 10% de la losa.

**Medición:** Se miden en términos de número de losas afectadas. Una vez identificada la severidad de la falla se registra como una losa, con su nivel de severidad correspondiente.

Se totaliza el número de losas afectadas en la muestra o sección, para cada nivel de severidad.

#### **2.15.7. Levantamiento de losas**

**Descripción:** Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta o fisura transversal.



Imagen 17: Levantamiento de losas- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Son causadas por falta de libertad de expansión de las losas de concreto, las mismas que ocurren mayormente en la proximidad de las juntas transversales. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o

son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas.

**Niveles de Severidad:** Según la incidencia en la comodidad de manejo, se diferencian tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio.

**M (Mediano)** Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación.

**A (Alto)** El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.

**Medición:** Los levantamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, en general en términos de la cantidad existente de losas afectadas en una sección o muestra, de acuerdo con las premisas siguientes:

- Levantamiento en fisura cuenta como una losa afectada.
- Levantamiento en juntas se cuenta como dos losas afectadas.

## 2.16. Deficiencia de las juntas

### 2.16.5. Despostillamiento.

**Descripción:** 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.



Imagen 18: Despostillamiento- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Posibles causas:** Los despostillamientos 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/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad del concreto en la proximidad de la junta debido a un sobre acabado y excesiva disturbación durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, 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 afectada, de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** Pequeños fracturamientos, 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.

**Medición:** 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 ocurre a cada lado de la junta, afectando dos losas adyacentes, se registra como 2 losas.
- 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.

## 2.17. Otros deterioros.

### 2.17.5. Parchados y reparaciones para servicios públicos

**Descripción:** 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 serviciabilidad 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.



Imagen 19: Parchados- Fuente: Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann 2007

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (Bajo, Mediano y Alto) de acuerdo con la siguiente guía:

**B (Bajo)** El parche se comporta satisfactoriamente, con muy poco deterioro.

**M (Mediano)** El parche se encuentra moderadamente deteriorado: se evidencia un moderado deterioro o descascaramiento alrededor de sus bordes y/o 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.

**Medición:** 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.

## **2.18. ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN DE CALLES Y AVENIDAS<sup>47</sup>**

La conservación de estas constituye como principal modo, que una entidad lleve a cabo su objetivo de proporcionar al usuario, una vía de adecuadas condiciones de transitabilidad.

La conservación vial tiene un propósito preventivo que incluye diversas actividades como las referidas a:

Evitar el ingreso de agua en la estructura del pavimento; por ejemplo, colocando capas de sello asfáltico, sellado de fisuras y grietas, capas asfálticas delgadas, etc.

Eliminar el agua de la estructura del pavimento; por ejemplo, mediante subdrenes, o la restauración del sistema de drenaje.

Restaurar la regularidad superficial del pavimento; por ejemplo, mediante el perfilado y el fresado.

## **2.19. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>48</sup>**

- ✓ Las técnicas de mantenimiento caen dentro de dos categorías generales: actividades correctivas y actividades preventivas.
- ✓ Las actividades correctivas reparan una falla dada y mejoran la serviciabilidad del pavimento. La reparación de espesor completo y reparación de espesor parcial son actividades correctivas.
- ✓ Las actividades preventivas son actividades que retardan o previenen la aparición de una falla con el fin de mantener una buena serviciabilidad.

---

<sup>47</sup>Información obtenida de : [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras.](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras.), revisada por última vez el 22/01/2017.

<sup>48</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010 - Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.

- ✓ Resello de juntas y grietas, nivelación de bermas, instalación de drenes, son técnicas preventivas. El cepillado, la colocación de barras de traspaso de cargas, la estabilización de losas, pueden actuar como técnicas correctivas así como también preventivas.

## **2.20. TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS<sup>49</sup>:**

### **2.20.5. Sellado de Juntas y grietas.**

El siguiente método para la limpieza y resellado de juntas es el utilizado habitualmente:

1. Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de 2 o 3 cm.
2. Utilizando una máquina limpia juntas, limpian las caras verticales de la junta y se remueven los materiales extraños de la superficie del pavimento, extendiéndose varios centímetros a cada lado de la junta.
3. Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta. Las paredes de las juntas deben imprimarse con emulsión asfáltica diluida (emulsiones del tipo CSS-1 O SS- 1), no deberá imprimarse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo.

---

<sup>49</sup> Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010- Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos-: 45- 54

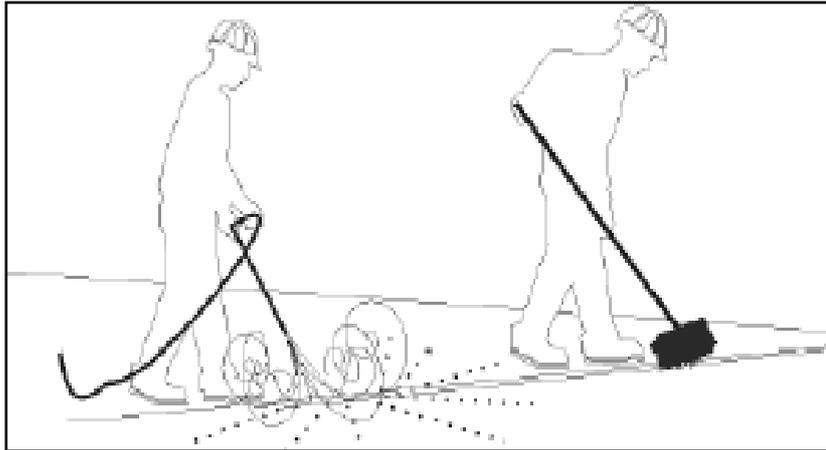


Imagen 20: Limpieza y resellado de juntas- Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

4. Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel; esto se realiza para proporcionar una cara inferior no adhesiva para el sello.

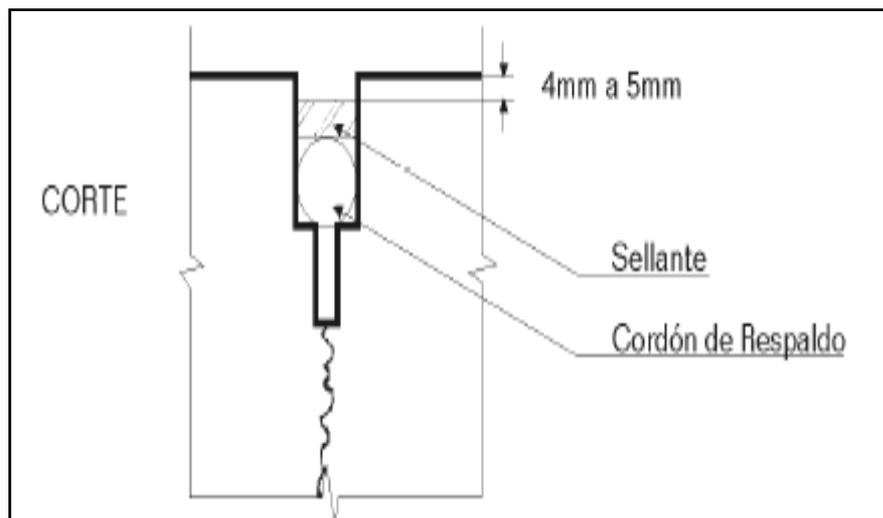


Imagen 21: Corte- Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

5. Se sella en una sola aplicación. Los bordes exteriores de las juntas transversales deben elevarse para evitar que el material de sellado escurra hacia el extremo de la losa.

#### **5.13.5. Cepillado de la superficie.**

- Antes de iniciar los trabajos se requiere de señalización de seguridad para trabajos en pista.
- La zona a intervenir deberá ser cepillada hasta que la superficie del pavimento a ambos de lados de una junta transversal o grieta esté en el mismo plano.
- La operación debe terminar en un pavimento que cumpla con una sección transversal típica. En esencia, se desea que el cepillado elimine el escalonamiento en juntas y grietas, que el conjunto de todas las variables relacionadas con la calidad del rodado queden dentro de los límites permitidos, es decir, como máximo 6 mm. de diferencia entre losas de hormigón.
- El equipo básico para este trabajo es la cepilladora. Esta es una máquina específicamente diseñada para suavizar y mejorar la textura para pavimentos de hormigón de cemento mediante estrellas diamantadas.
- El equipo debe ser de un tamaño tal que permita cortar o rasar a lo menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento exige una revisión periódica, especialmente en lo se refiere a la circularidad de sus ruedas. Cualquier anomalía en este último sentido debe ser corregida de inmediato.
- Se requiere un recipiente con agua, ya que la cepilladora requiere de esta para evitar el desgaste mayor de las estrellas, así como para humedecer la superficie y evitar que el hormigón desbastado con el viento se suspenda en el aire, provocando problemas de visibilidad para los vehículos que circulan por las vías laterales. También se necesita de escobillones y palas para retirar los restos de polvo provocados por el cepillado.

## Cepillado de la Superficie



Imagen 22: Cepillado de juntas – Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile - 2010

### 5.13.6. PROCEDIMIENTO TÍPICO DE COLOCACIÓN DE PARCHES

- 1) Aserrar y remover materiales defectuosos
- 2) Compactar el fondo y aplicar riego de liga a los lados de la caja.
- 3) Colocar mezcla asfáltica en capas de no más de 3" y compactar.

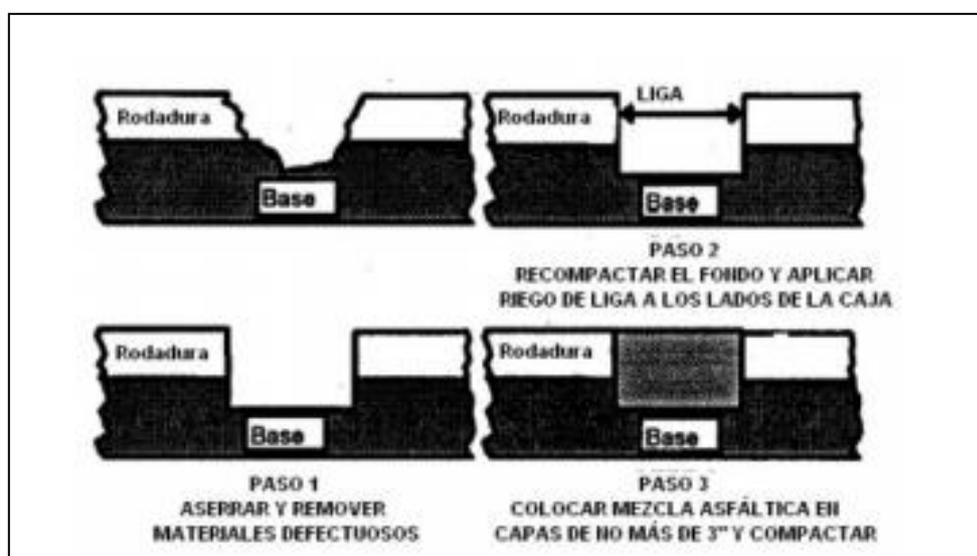


Imagen 23: Procedimiento típico de colocación de parches- Fuente Sánchez 2009

### 5.13.7. Bacheo superficial.

- Instalar señales de prevención y dispositivos de seguridad, así como contar con los bandereros y paleteros requeridos. Delimitar el área por remover, marcándola con pintura; darle forma rectangular o cuadrada comprendiendo toda la zona deteriorada y hasta unos 0,30 m dentro del pavimento circundante en buen estado.

- Cortar por líneas que delimitan el área por remover dejando paredes verticales (de preferencia con sierra). Remover la mezcla hasta la profundidad en que se encuentre mezcla sana, sin grietas. En los baches alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo. Poner especial cuidado en no dañar ni soltar la base granular subyacente.
- Retirar los materiales sobrantes y transportarlos solo a botaderos autorizados donde deben colocarse en forma ordenada y recubrirse completamente con, a lo menos, 0,30 m del suelo.

#### 5.13.8. Bacheo profundo.

- Marcar la zona a reparar, extendiéndose al menos 0.3 metros fuera del área dañada.
- El área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino.
- Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte.

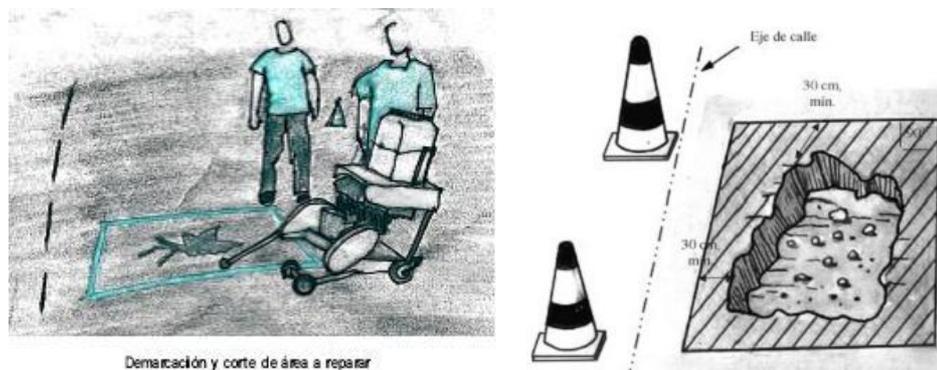


Imagen 24- Bacheo profundo, Dosificación y corte de área a recuperar - - Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010

- Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado recortando las paredes de forma vertical, de modo que el fondo quede plano y horizontal.
- Para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% del proctor modificado, de acuerdo con AASHTO T180.

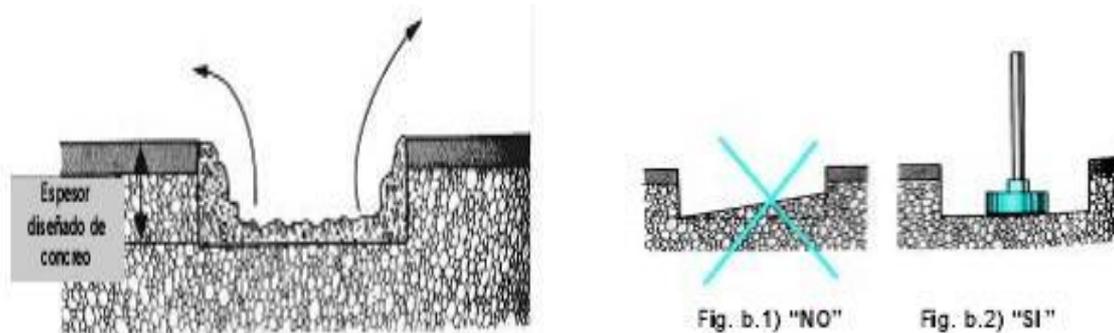
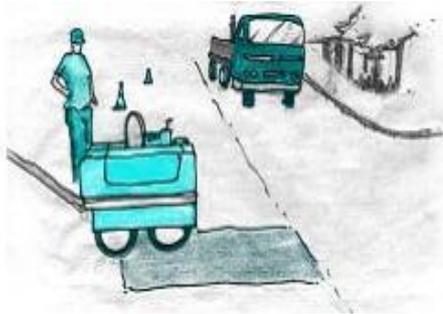


Imagen 25- bacheo profundo, espesor diseñado de concreto - Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)- Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010.

- Las paredes y fondo de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido enérgico.
- La superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permitan esparcirlo uniformemente. Antes de colocar la mezcla asfáltica de relleno deberá verificarse que la imprimación haya penetrado según lo especificado.
- La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos, colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante, en los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona.

- La compactación deberá realizarse con un rodillo neumático o liso de 3 a 5 t de peso. Alternativamente podrá usarse un rodillo manual, dependiendo del espesor de la capa por compactar.
- El desnivel máximo tolerable entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.



**Imagen 26- la compactación -- Fuente (Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos)-  
Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile – 2010**

## A) CONCLUSIONES

### De la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones

1. La investigación presenta la identificación, análisis y evaluación de las fallas del pavimento rígido de las calles Jirón Arequipa de la Cuadra 2 A La Cuadra 3, Entre Av. Sánchez Cerro Y Jirón Cajamarca analizando el campo de estudio mediante inspección visual para determinar el nivel de severidad de las fallas encontradas.
2. Para analizar el tramo en estudio se procedió a dividir en dos unidades de muestra (secciones A y B) y así determinar en m2 el porcentaje de daño por secciones. Se concluye que la sección "B" presenta más porcentaje de deterioro con un 34 % de área en mal estado y un 66% de área en buen estado, con relación a la sección "A" que presenta un 3% de área dañada y un 97% de área no dañada como se puede apreciar en las siguientes tablas.

SECCIÓN "A"		SECCIÓN "B"	
PORCENTAJE DE DAÑO		PORCENTAJE DE DAÑO	
Área dañada	3 %	Área dañada	34%
Área no dañada	97%	Área no dañada	66%
Total	100%	Total	100%

Tabla 08 Comparación de porcentajes de áreas dañadas por sectores – fuente-Propia

3. Concluimos que el servicio del pavimento es bueno con respecto a la tabla de condición del pavimento (PCI) al encontrar un porcentaje de 82.5 % de área no dañada y un 17.5% de área dañada del pavimento rígido Total. El área en estudio se dividió en dos sectores "A" y "B" concluyendo que el sector "B" es el más dañado.

Fallas	Área m2	Área %
Área afectada sector " A" y "B"	257.37	17.5%
Área no afectada	1219.63	82.5 %
Área total	1477	100%

Tabla N°8: Comparación del porcentaje de deterioro

Fuente: Elaboración propia

4. Al ser el Sector B el área más dañada con un 34% (porcentaje por sector) del deterioro se procederá al mantenimiento rutinario y recurrente según la tabla del PCI (Índice de condición del Pavimento) para la solución de las fallas que presentan.
5. Se llega a la conclusión que la falla que presenta mayor porcentaje de área es fisura Capilar con un 13.20% y la menor es fisura de esquina con un 0.14% con respecto al área total de la vía en estudio. (ver tabla detallada de fallas)

FALLAS	M2	PORCENTAJE
<b>Fisura capilar</b>	195	13.20%
<b>Fisura longitudinal</b>	22.77	1.54%
<b>Parches</b>	22.54	1.53%
<b>Losa subdivididas</b>	8.74	0.59%
<b>Fisura en bloque</b>	3.34	0.23%
<b>Baches</b>	2.86	0.19%
<b>Fisura de esquina</b>	2.12	0.14%

Tabla N°7 Tabla detallada de Fallas (fuente propia)

## **B) RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las autoridades pertinentes derivar a profesionales que realicen el estudio y análisis de los deterioros de las calles y avenidas de Piura con la finalidad de prever y dotar de un mantenimiento adecuado que prolongue la vida útil de las mismas.
2. Para evitar un aumento de los porcentajes en las fallas se recomienda realizar un mantenimiento preventivo al pavimento rígido de las vías de Piura, y así anticipar deterioros que demanden mayor costo, el desgaste de vehículos y el malestar entre la población.
3. Para que los pavimentos de nuestra ciudad se encuentren en muy buen estado recomiendo a los profesionales realizar un trabajo eficiente tomando en cuentas las normas y tener como apoyo principal buenos materiales y equipos de calidad.
4. Al realizarse los proyectos de mantenimiento en los pavimentos rígidos de Piura se lleven a cabo las especificaciones técnicas de acuerdo a las normas y así hacer un control para evaluar su ejecución.
5. Al ser una de las fallas con más grado de afectación la Fisura Capilar que afecta a la superficie del pavimento se recomienda hacer mantenimiento rutinario según manual de mantenimiento vial Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC) para preservar la red vial y mantener niveles de servicio adecuado.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **Libros**

- 1) Altamirano kauffmann, Luis - Deterioros en pavimentos rígidos. Pág. 08
- 2) Armijos, Tipos de pavimentos, 2009: 03-05.
- 3) Córdoba, Jorge Eliécer - Pavimentos 2014.
- 4) G Sánchez, Gerónimo 2009, marco teórico, definición de un pavimento. pág. 21.
- 5) Gamboa 2009: 12 – 13, Ciclo de vida de los pavimentos.
- 6) Hernández, Fernández y Baptista (1998) Diseño de investigación.
- 7) Sánchez Díaz, Luis Enrique y Machuca Oliveros, Johan (Colombia-2012) “Estudio de las fallas en los Pavimentos Rígidos para el Mantenimiento y Rehabilitación de Las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar”.
- 8) Miranda Rebolledo, Ricardo Javier (Valdivia – Chile), Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010.
- 9) Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia – Chile, deterioros en pavimentos flexibles y rígidos 2010, Pag.09
- 10) Tabares Gonzales, Lozano Ricardo - 2005 – Diagnostico de la vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos de la vía acceso al Barrio Ciudadela Del Café-Vía La Badea – pág.11.
- 11) Thenoux y Gaete 2012 guía de diseño estructural de pavimentos para caminos de bajo volumen de tránsito, Pág. 02.
- 12) Sotil 2012 - CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California): Mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para sub-rasante, sub base y base de pavimentos.

13) Sánchez 2010- Etapas para la preparación de la base.

**Linkografía**

- 1) [http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas\\_instrumentos.html](http://www.eumed.net/tesisdoctorales/2012/mirm/tecnicas_instrumentos.html)
- 2) <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/3024/Capitulo4.pdf>
- 3) <http://shounyalamilla.blogspot.pe/p/23-tipos-de-Metodos-inductivo-deductivo.html>
- 4) [www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras](http://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras)



ANEXO 10. DECLARACIÓN JURADA

Yo, DARWINS AMÉRICO ZAPATA JIMENÉZ Bachiller de INGENIERIA CIVIL de la Universidad ALAS PERUANAS, identificado (a) con DNI N° 45883101, con la tesis titulada:

**“MANTENIMIENTO DE LAS CALLES Y AVENIDAS DE PIURA PARA LOGRAR UNA NORMAL TRANSITABILIDAD VEHICULAR: JIRÓN AREQUIPA DE LA CUADRA 2 A LA CUADRA 3, ENTRE AV: SÁNCHEZ CERRO Y JIRON CAJAMARCA”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), de plagio (información sin citar a autores), de piratería (uso ilegal de información ajena) o de falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad ALAS PERUANAS.

Piura, 24 de Enero del 2017

Firma:

DNI: 45883101