



---

**“UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. ANDRÉS RAZURI (CUADRAS 1 A LA CUADRA 5), DEL DISTRITO DE TAMBOGRANDE, PIURA - 2015.

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

**AUTOR:**

**HECTOR IVAN GARCIA SAAVEDRA**

**ASESOR:**

**JUAN ASALDE VIVES**

**PIURA – PERU**

**2015**

## **JURADO EVALUADOR DE TESIS**

Mgtr. Miguel Ángel Chan Heredia

**Presidente**

Ing. Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

**Secretario**

Ing. Gilberto Regulo Sánchez Gamarra

**Miembro**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darnos todos los días la vida y la salud.

A mi familia que es el fundamento de mi existencia, a ellos les debo lo que soy.

Gracias a mis padres, por su incondicional apoyo, protección y motivación, para poder lograr una de mis más grandes metas. A mis hermanos, por siempre estar conmigo y brindarme su apoyo en esos momentos cuando uno más los necesita.

Por último, quiero dar las gracias a todos mis docentes de esta prestigiosa universidad por compartir sus conocimientos adquiridos en su trayectoria profesional, los cuales nos servirán de guía en nuestro desempeño laboral en bien de nuestra sociedad.

## **DEDICATORIA**

A mi hijo *Anyello*, por ser un niño inteligente y audaz,  
Y siempre llenar mi vida de alegría.

## RESUMEN

Es muy importante la evaluación y determinación de las patologías que presentan nuestras principales vías de acceso a nivel nacional, regional y local con la finalidad de establecer y concluir a través de la observación e investigación, si estas son a raíz de los materiales utilizados, procesos constructivos o agentes climáticos a los cuales están expuestas estas estructuras, sin dejar de mencionar a las entidades encargadas de la ejecución y supervisión de estas estructuras, quienes deben velar por la correcta construcción de las mismas.

La presente tesis tiene como objetivo determinar la condición actual de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri (cuadra 1 a la 5) del distrito de Tambogrande, provincia y departamento de Piura, estableciendo en ella los tipos de patologías existentes y grado de severidad de las mismas.

La metodología aplicada es de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal ya que se realiza el estudio en un periodo determinado, esta metodología nos permite a través de la observación, inspección y medición en campo obtener la información del tipo de patología, su grado de severidad, etc. Estos datos se tabulan y a través de cuadros resumen se presentan los resultados obtenidos, donde se establece la condición actual de la capa de rodadura del pavimento en estudio.

Se utiliza el PCI como método de evaluación, el mismo que nos proporciona un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. <sup>(13)</sup>

Los resultados obtenidos a través de la clasificación de las patologías encontradas en la Av. Andrés Razuri (cuadra 1 a la 5) del distrito de Tambogrande, provincia y departamento de Piura, fueron que la vía en estudio presenta un **índice de condición**

**del pavimento PCI de 33.4 esto quiere decir que su nivel de servicio es de condición Malo.**

Además se determinó que la patología con mayor incidencia en todas las muestras analizadas es el desprendimiento de los agregados debido a la pérdida de ligante asfáltico en su capa de rodadura. Con porcentaje de 91.3%, 8.12%, 27.46%, 5, 23% y 32.86% respectivamente desde la cuadra 1 hasta la 5

Por lo antes descrito, es importante implementar las correcciones necesarias para que esta vía en estudio recupere su funcionalidad y transitabilidad, y de esta manera brindar un servicio al 100%, ya que es una de las principales vías de acceso que une diferentes lugares importantes de la ciudad de Tambogrande.

**Palabras Clave:** Patologías en pavimentos flexibles.

## **ABSTRACT**

It is very important the evaluation and determination of the pathologies that have our main access roads to national, regional and local level in order to establish and conclude through observation and research, whether these are a result of the materials used, processes constructive or weathering to which these structures are exposed, not to mention the entities responsible for the implementation and monitoring of these structures, who must ensure the proper construction of the same.

This thesis aims to determine the current condition of the road surface of the flexible pavement Av. Andrés Razuri Tambogrande district, establishing the types of diseases and severity of each.

The methodology used is not descriptive and experimental cross section as the study is done in a given period, this methodology allows us through observation, measurement and inspection field to obtain information on the type of pathology, degree severity, etc. These data are tabulated and summary tables through the results, where the current condition of the pavement surface course is set in present study.

PCI is used as a method of evaluation, the same that gives us a numerical index ranging from zero (0) for a failed pavement or in poor condition, up to one hundred (100) for a pavement in perfect condition. <sup>(13)</sup>

The results obtained through the classification of the diseases found in the Av. Andrés Razuri (block 1 to 5) of the Tambogrande district, province and department of Piura, was that the way in study presents a condition index PCI pavement 33.4 this means that their service level is Bad condition.

In addition it was determined that the disease with the highest incidence in all samples tested is the detachment of the aggregates due to loss of asphalt binder in the surface layer. With a percentage of 91.3%, 8.12%, 27.46%, 5, 23% and 32.86% respectively from the block 1 through 5.

As described above, it is important to implement the necessary conditions for this pathway in studio regain its functionality and serviceability corrections, and thus providing a service to 100%, as it is one of the main access roads linking different important places Tambogrande city.

**Keywords:** Pathologies in flexible pavements.

## CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>TITULO</b> .....	i
<b>2.</b>	<b>FIRMA DEL JURADO Y ASESOR</b> .....	ii
<b>3.</b>	<b>AGRADECIMIENTO Y DEDICATORIA</b> .....	iii
	3.1 AGRADECIMIENTO.....	iii
	3.2 DEDICATORIA.....	iv
<b>4.</b>	<b>RESUMEN Y ABSTRACT</b> .....	v
	4.1 RESUMEN.....	v
	4.2 ABSTRACT.....	vii
<b>5.</b>	<b>CONTENIDO</b> .....	ix
<b>6.</b>	<b>INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS</b> .....	xi
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
	2.1 ANTECEDENTES.....	3
	2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	3
	2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	6
	2.2 BASES TEORICAS.....	9

<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	40
3.2 POBLACION Y MUESTRA.....	40
3.3 DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES.....	42
3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	43
3.5 PLAN DE ANALISIS.....	43
3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	45
3.7 PRINCIPIOS ETICOS.....	46
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
4.1 RESULTADOS.....	47
4. 2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	68
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
ASPECTOS COMPPLEMENTARIOS.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	78

ANEXOS.....	79
<b>VI. ÍNDICE DE GRÁFICOS, TABLAS Y CUADROS</b>	
<b>6.1 ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	
GRAFICO No 1: Condición del pavimento en la AV. Luis Montero.....	9
GRAFICO No 2: Componentes de un pavimento flexible.....	11
GRAFICO No 3: Formato de exploración de condición para Carreteras con superficie asfáltica.....	19
GRAFICO No 4: Formato para interacciones del cálculo del CDV.....	26
GRAFICO No 5: Piel de cocodrilo.....	29
GRAFICO No 6: Abultamientos y hundimientos.....	31
GRAFICO No 7: Depresiones.....	33
GRAFICO No 8: Huecos o baches.....	35
GRAFICO No 9: Grietas longitudinales.....	37
GRAFICO No 10: Grietas transversales.....	37
GRAFICO No 11: Desprendimiento y exposición de agregados.....	39
GRAFICO No 12: Hoja de inspección cuadra 1.....	48
GRAFICO No 13: Cálculo del valor del VRC – cuadra 1.....	49
GRAFICO No 14: Cálculo del valor del PCI, cuadra 1.....	50
GRAFICO No 15: Resultados del PCI y Patologías encontradas en la Cuadra 1.....	51
GRAFICO No 16: Hoja de inspección cuadra 2.....	52
GRAFICO No 17: Cálculo del valor del VRC – cuadra 2.....	53
GRAFICO No 18: Cálculo del valor del PCI, cuadra 2.....	54

GRAFICO No 19: Resultados del PCI y Patologías encontradas en la Cuadra 2.....	55
GRAFICO No20: Hoja de inspección cuadra 3.....	56
GRAFICO No 21: Cálculo del valor del VRC – cuadra 3.....	57
GRAFICO No 22: Cálculo del valor del PCI, cuadra 3.....	58
GRAFICO No 23: Resultados del PCI y Patologías encontradas en la Cuadra 3.....	59
GRAFICO No 24: Hoja de inspección cuadra 4.....	60
.GRAFICO No 25: Cálculo del valor del VRC – cuadra 4.....	61
GRAFICO No 26: Cálculo del valor del PCI, cuadra 4.....	62
GRAFICO No 27: Resultados del PCI y Patologías encontradas en la Cuadra 4.....	63
GRAFICO No 28: Hoja de inspección cuadra 5.....	64
GRAFICO No 29: Cálculo del valor del VRC – cuadra 5.....	65
GRAFICO No 30: Cálculo del valor del PCI, cuadra 5.....	66
GRAFICO No 31: Resultados del PCI y Patologías encontradas en la Cuadra 5.....	67
GRAFICO No 32: Porcentajes por cuadra de la patología desprendimiento de agregados de alta severidad.....	76
GRAFICO No 33: Vista panorámica de la cuadra 1.....	80
GRAFICO No 34: Patologías de huecos en la cuadra 1.....	80
GRAFICO No 35: Patologías de desprendimiento de agregados y huecos en la cuadra 1.....	81
GRAFICO No 36: Vista panorámica de la cuadra 2.....	81

GRAFICO No 37: Patologías de desprendimiento de agregados y huecos en la cuadra 2.....	82
GRAFICO No 38: Patologías de parches, huecos y desprendimiento de agregados la cuadra 2.....	82
GRAFICO No 39: Vista panorámica de la cuadra 3.....	83
GRAFICO No 40: Patologías de parches utilitarios, en la cuadra 3.....	83
GRAFICO No 41: Patologías de desprendimiento de agregados en la cuadra 3	84
GRAFICO No 42: Patologías de huecos en la cuadra 3.....	84
GRAFICO No 43: Patologías de desprendimiento de agregados en la cuadra 3	85
GRAFICO No 44: Vista panorámica de la cuadra 4.....	85
GRAFICO No 45: Patologías parches en la cuadra 4.....	86
GRAFICO No 46: Patologías de desprendimiento de agregados y huecos en la cuadra 4.....	86
GRAFICO No 47: Vista panorámica de la cuadra 5.....	87
GRAFICO No 48: Patologías de desprendimiento de agregados en la cuadra 3	87
GRAFICO No 49: Abaco para obtener la densidad de la patología Abultamientos y hundimientos.....	88
GRAFICO No 50: Abaco para obtener la densidad de la patología parcheo.....	88
GRAFICO No 51: Abaco para obtener la densidad de la patología pulimiento de agregados.....	89
GRAFICO No 52: Abaco para obtener la densidad de la patología huecos.....	89
GRAFICO No 53: Abaco para obtener la densidad de la patología Desprendimiento de agregados.....	90
GRAFICO No 54: Abaco para obtener el valor de reducción corregido (VRC)	90
GRAFICO No 55: Plano de ubicación y localización.....	91

## **6.2 ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA No 1: Rangos de clasificación del PCI.....	17
TABLA No 2: Resumen de resultados de los datos de PCI en la Av. Andrés Razuri.....	74

## **6.3 ÍNDICE DE CUADROS**

CUADRO No 1: Longitudes de unidades de muestras asfálticas.....	20
CUADRO No 2: Niveles de severidad para huecos o baches.....	34
CUADRO No 3: Cuadro de operacionalización de la variable.....	42
CUADRO No 4: Matriz de consistencia.....	45

## I. INTRODUCCION

En la actualidad en nuestro país las vías de acceso son de gran importancia para el desarrollo socio - económico, siendo de vital importancia la ejecución y mejoramiento de las mismas y de esta manera puedan desarrollar su objetivo principal, el cual es brindar un buen sistema de rodamiento a los diferentes vehículos que por el circulan.

En el distrito de Tambogrande, el crecimiento poblacional es cada vez mayor, siendo este un factor determinante, para que sus autoridades estén más alerta de las distintas necesidades de la población. En la zona urbana del distrito en mención, el estado en el que se encuentran las calles es muy apremiante, se observa al ingresar a la ciudad, que sus avenidas principales están completamente en mal estado, estas presentan diferentes patologías en toda su longitud.

Según la revista “**El Observador en la verdad**” <sup>(1)</sup> en el distrito de Tambogrande, las calles y avenidas de la zona urbana, están conformadas en un 40% de pavimento flexible, otro 30% de pavimento articulado o adoquines y el 30% restante de pavimento rígidos, sin embargo la condición en que se presentan es muy deplorable, se encuentran muy deterioradas, por la falta de mantenimiento y un descuido total de las autoridades del distrito.

En nuestro trabajo de investigación nos enfocaremos en la avenida Andrés Razuri del distrito de Tambogrande, aquí desarrollaremos una metodología de estudio con la finalidad de poder determinar el grado de severidad que representan las patologías o lesiones existentes en la misma y así poder determinar la funcionalidad de la superficie de rodadura de la avenida en mención.

A través del grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de

severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento, esto permitirá la toma de decisiones para su rehabilitación o reconstrucción.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Es importante conocer que en nuestro país y otros países, se han realizado estudios similares con la finalidad de poder determinar el estado de la carpeta asfáltica de los pavimentos flexibles y aportar a mejorar su funcionalidad y así brindar un buen servicio a los vehículos que por el transitan, a continuación presentamos algunos trabajos de investigación:

#### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Los antecedentes que se presentan a continuación, son estudios o tesis realizadas en otros países, con diferentes objetivos, pero enfocados a nuestro tema de investigación, los cuales nos ayudaran a complementar la información con la que contamos, para nuestra tesis de investigación.

Marchan Moreno R, (2005), <sup>(3)</sup> en su trabajo de investigación realizado para optar el título de ingeniero Civil, en el Instituto Politécnico Nacional, del Distrito Federal de México, nos presenta las siguientes conclusiones de dicho proyecto:

Para el correcto funcionamiento de la estructura de un camino, deberá tomarse en cuenta que en él intervienen la calidad y espesor de los materiales que constituyen el pavimento, la terracería y la superficie de apoyo, por lo que la estructura debe analizarse en forma integral.

El drenaje superficial y el sub – drenaje, es uno de los factores que más influye en el comportamiento de los pavimentos, ya que de no estar resuelto adecuadamente, la vida útil se reduce en forma considerable.

La función básica de un pavimento desde el punto de vista operacional es permitir el fácil, cómodo y seguro tránsito de vehículos, por ello uno de los objetivos de los técnicos de pavimentos es evitar la aparición prematura de fallas que no dejen que se cumpla dicha función.

Se puede establecer que cuando se presenta una falla estructural, también ocurrirá posteriormente, la falla funcional. Además una falla funcional que no se atiende en forma correcta y a su debido tiempo, puede conducir a una falla estructural.

La identificación de fallas es un concepto muy importante dentro de la evaluación y reconstrucción de caminos y consiste en definir el tipo y las causas que la han producido.

La reconstrucción de caminos construidos con pavimentos flexibles puede hacerse por alguno de los siguientes procedimientos constructivos:

Riego de sello, nivelación; construcción de una carpeta nueva o de una sobre carpeta, reconstrucción a partir de las capas interiores; estabilización de capas de base y /o sub – base; revitalización o rejuvenecimiento del pavimento asfáltico y reciclado de pavimento asfáltico.

También Rico Rodríguez A, Téllez Gutiérrez R y otros. (1998), <sup>(4)</sup> nos presentan un estudio sobre la problemática y las metodologías de diseño que se emplean en los pavimentos flexibles, este proyecto fue realizado en el instituto de transporte de la ciudad de México, los investigadores presentaron las siguientes Conclusiones:

Parece desprenderse de los análisis realizados y de la experiencia previa personal de los autores, la idea que no existe un procedimiento fundado en una teoría general, producto de un conocimiento metodológico seguro, que permita diseñar los pavimentos flexible. De hecho, parece que puede concluirse que no se conoce con el detalle suficiente el funcionamiento estructural de los mismos.

Es sentimiento de los autores que el buen comportamiento de un pavimento flexible depende más de los materiales empleados en construirlo y de las condiciones de trabajo de los mismos (por ejemplo, drenaje y sub drenaje) que del uso preferente de un determinado método de diseño. A este respecto, parece fundamental considerar la tecnología de pavimentos como una parte de la Geotecnia Aplicada.

Las condiciones particulares de México y probablemente de todo el mundo, parecen imponer la necesidad de dosificar el riesgo relativo aceptando los mayores en las capas superiores, minimizándolo en las inferiores, a fin de llegar a operaciones de conservación y/o reconstrucción y refuerzo que ocurran superficialmente, creciendo la estructura hacia arriba, con pleno aprovechamiento de lo ya hecho.

El comportamiento de los pavimentos flexibles depende en gran medida de condiciones no incluidas necesariamente en los métodos de diseño estructural. La temperatura, las condiciones de drenaje regional, la hidrología y otras pueden jugar papeles muy importantes y frecuentemente pueden ser objeto de consideraciones del responsable del diseño geométrico y geotécnico de la carretera, con muy adecuadas repercusiones en el resultado final.

Por otro lado, en Guatemala **Torres Ziri3n R.** (2007) <sup>(5)</sup>, en su trabajo de tesis nos presenta un análisis comparativo de los costos de producci3n entre un pavimento

flexible y un pavimento rígido, presentando las siguientes conclusiones:

Puede verse, en el análisis realizado, que el costo del pavimento rígido es más alto que el del pavimento flexible, en cuanto a ejecución se refiere. Para ello debe de tomarse en cuenta que se realizó la comparación tomando en consideración los mismos parámetros de diseño, en cuanto a cargas, tipo de sub rasante, especificaciones de materiales y tiempo.

Hablando en sentido constructivo, ambos pavimentos cumplen con todos los requisitos para brindar un buen servicio a través de su vida útil; tomando en consideración que la ejecución de ambos conlleva un estricto control de calidad que garantice durabilidad y buen funcionamiento. Siendo indispensable, para que esto se cumpla, un apropiado programa de mantenimiento que garantice su conservación.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Durante muchos años en nuestro país diferentes universidades como la nuestra, vienen realizando diferentes estudios de investigación con respecto al estado y funcionalidad de pavimentos asfálticos y de otro tipo, con la finalidad de encontrar soluciones que ayuden a mejorar el sistema vial de nuestro país.

Presentamos el primer trabajo de investigación, Elaborado por Gamboa Chichón K. (2009), (6) su trabajo de investigación se realizó en la universidad de Piura, en él nos presenta como aplicar el método del PCI (Pavement Condition Index) para un pavimento flexible, nos presenta las siguientes conclusiones:

El método de inspección ASTM D6433 o PCI es el primer paso en la evaluación de pavimentos, posteriormente se debe realizar otras mediciones, por ejemplo: El índice internacional de rugosidad (IRI), lo que nos permitirá

determinar con mayor exactitud el estado real del pavimento.

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. La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y reparación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, además representa un ahorro para los gobiernos locales.

También, el Br. Távara Elías D. (2010), <sup>(7)</sup> en su tesis elaborada en nuestra universidad Católica los Ángeles de Chimbote – sede Piura para optar el título de ingeniero Civil, nos explica como determinar las patologías en los pavimentos flexibles y de esta manera poder determinar el índice de condición de la estructura de un pavimento flexible.

Se presentan las conclusiones obtenidas en este trabajo de investigación:

Se concluye que este método nos da la más acertada evaluación y calificación objetiva, dentro de una gestión vial constituyendo una herramienta fundamental para los gobiernos locales y regionales que por ley les corresponde asumir la responsabilidad de mantenimiento de vías urbanas.

El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad).

En nuestro caso del cercado urbano de Castilla, del total de las muestras analizadas, se ha determinado que los valores porcentuales PCI nos da gran

diversidad entre los rangos analizados, ya que tenemos rangos de excelentes hasta fallado con mayor incidencia en los pavimentos de la Av. Junín.

De la misma forma concluye que la expresión porcentual de daños en el índice PCI menores a 40 donde los rangos ya se pueden clasificar de malos, obedece a tipo de fallas PARCHADO HUECO en su mayor expresión, debido a que la reparación realizada con material concreto asfáltico en fallas de origen no serán de la misma calidad de material con que fue concebido el pavimento.

Finalmente, Rodríguez Velásquez D. (2009), <sup>(8)</sup> en su tesis de investigación Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla - Universidad de Piura, presenta las siguientes conclusiones:

Se ha determinado el estado en que se encuentra la red de pavimento flexible de la Av. Luis Montero, que consta de dos tramos de 600 metros lineales cada uno (de acuerdo a los dos sentidos de vía existentes). El tramo 1 se divide en 3 secciones, mientras que el tramo 2 tiene una sola sección. Se inspeccionaron un total de 32 unidades de muestra (16 por tramo) obteniendo los siguientes resultados (ver gráfico 5.1)

**GRAFICO No 1.** Condición del Pavimento en la Av. Luis Montero. Porcentajes de unidades de muestra con un estado de pavimento muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.



**Fuente:** Tesis, Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla - Universidad de Piura. <sup>(8)</sup>

El 37% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento regular (PCI entre 40 y 55); después le sigue un 33% de unidades en buen estado (PCI entre 55 y 70); un 15%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 9% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 6% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100).

## 2.2. BASES TEORICAS

Las bases teóricas o definiciones que presentaremos a continuación, son una guía para entender con más claridad los términos, métodos, y en general todo el proceso de la investigación que desarrollaremos en el presente trabajo de investigación:

### **2.2.1 PAVIMENTO**

**(Urbanismo.com).** <sup>(8)</sup> Nos describe al pavimento como un conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito, es decir de los vehículos que las transiten, a los estratos o capas inferiores en forma proporcional, obteniendo una superficie de rodamiento formada por una capa o franja dependiendo del tipo de pavimento, pueden ser de asfalto o de concreto hidráulico, el cual deben funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes:

Ancho, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aun en condiciones húmedas y críticas. Así mismo, deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, también debe tener color y textura apropiados

### **2.2.2 PAVIMENTO FLEXIBLE**

**Rico y del Castillo (1984),** <sup>(9)</sup> citan que sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por la sub base, base y carpeta asfáltica.

El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

**GRAFICO No 2. Componentes de un Pavimento flexible.**



*Fuente:* Rico y del Castillo (1984),<sup>(9)</sup>

**2.2.3 CAPA O SUPERFICIE DE RODADURA**

Es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.

Según Olivera (1994),<sup>(10)</sup> cita que los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica o capa de rodadura, deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que se necesita

para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del intemperismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad. Se recomienda que las partículas que se utilicen tengan forma esférica, ya que las que son en forma de laja o de aguja pueden romperse muy fácilmente y afectar la granulometría.

Las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes:

Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores. Además evita que se desgaste o se desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos.

Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.

Resistir la acción de los vehículos.

#### **2.2.4 BASE**

Según **civilgeeks.com (2011)**, <sup>(11)</sup> esta capa tiene por finalidad, la de absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente Estos esfuerzos a la sub - base y por medio de esta al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o bien estar constituidas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro ligante.

El material pétreo que se emplea en la base, debe llenar los siguientes requisitos:

Ser resistente a los cambios de humedad y temperatura.

No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.

El porcentaje de desgaste, según el ensayo de " Los Ángeles " debe ser inferior a 50.

La fracción del material que pase el tamiz No. 40, ha de tener un Limite Liquido del 25 %, y un índice de plasticidad inferior a 6.

La fracción que pasa el tamiz No. 200, no podrá exceder de 1/2 y en ningún caso los 2/3 de la fracción que pasa el tamiz No. 40.

La graduación del material de la base, es menester que se halle dentro de los límites establecidos en las normas o en el pliego de especificaciones técnicas. (El C.B.R. de diseño debe ser superior al 50 %).

Por lo general en la capa base se emplea piedra triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas, etc.

#### **2.2.5 SUB BASE**

**civilgeeks.com (2011),** <sup>(11)</sup> La sub - base sirve de drenaje al pavimento.

Controla o eliminar en lo posible, los cambios de volumen de elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub rasante.

De igual manera controla la ascensión capilar del agua proveniente de las capas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada. Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, fenómeno que se observa especialmente en suelos limosos, donde la ascensión del agua capilar es grande.

El material de la sub - base debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que

el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, escoria de altos hornos o residuos de material de cantera.

Si la función principal de la sub - base es de servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz No. 200 no será mayor del 8%.

### **2.2.6 SUB RASANTE**

**Según Olivera (1994),** <sup>(10)</sup> en los pavimentos flexibles, la sub rasante es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y está formada por un material de mejor calidad que el de esta última. Este material será obtenido de un banco que proporcione un VRS adecuado para dicha capa, es decir, que tenga la capacidad necesaria para resistir la carga a la cual será sometida. Las principales funciones de la sub rasante son:

Reducir el costo total del pavimento, al contribuir en la disminución del espesor de la base que se construye, que es un elemento más caro que debe de cumplir con especificaciones más rígidas que la sub rasante.

Resistir las cargas que el tránsito transmite al pavimento, transmitir y distribuir las cargas al cuerpo del terraplén, evitar que los materiales finos plásticos del cuerpo del terraplén contaminen el pavimento.

### **2.2.7 TIPOS DE FALLAS EN LOS PAVIMENTOS**

Antes que nada definiremos como falla a las condiciones que se presentan en un pavimento, cuando este pierde las características de servicio para las que fue diseñado, los conceptos que se presentan a continuación se han tomado según **Rico y del Castillo (1984).** <sup>(9)</sup>

### **2.2.7.1 Falla Estructural**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de este. 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.

La identificación de una falla, que es definir su tipo y la causa que lo ha provocado, a veces es una cosa relativamente sencilla y obvia para personas experimentadas en la rama de la construcción de carreteras. En otros casos es necesario llevar a cabo un reconocimiento completo de la zona fallada, que abarque las distintas partes que forman la estructura de la obra y hacer una serie de estudios y sondeos, recabar antecedentes de la construcción, etc. Para si poder definir el origen de los deterioros y corregirlos oportunamente. <sup>(9)</sup>

### **2.2.7.2 Fallas Funcional**

La falla funcional en sí, consiste en deficiencias superficiales del pavimento a las que se asocian precisamente el índice de servicio, que afectan en mayor o menor grado la capacidad del camino en proporcionar al usuario un tránsito cómodo y seguro. <sup>(9)</sup>

Los dos tipos de fallas mencionados 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. <sup>(9)</sup>

## **2.2.8 TIPOS DE EVALUACION DE PAVIMENTOS**

Existen una gran variedad de métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, mencionaremos algunos y de manera más detallada el método que utilizaremos para nuestra investigación, el mismo que es el índice de condición del pavimento (PCI). <sup>(9)</sup>

### **2.2.8.1 INDICE FHWA/OH99/004. <sup>(12)</sup>**

Este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.

### **2.2.8.2 ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)**

Los conceptos y fórmulas que se presentan se han extraído del siguiente documento:

Pavement Condition Index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

Preparado por: Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela Manizales, febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

#### **Introducción.**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata. <sup>(13)</sup>

#### **Índice de condición del pavimento (PCI – Pavement Condition Index)**

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

cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la tabla N° 01 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento. <sup>(13)</sup>

**TABLA No1.** Rangos de clasificación 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

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima. <sup>(13)</sup>

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

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. El grafico N° 03 ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No3.** Formato de Exploración de Condición para Carreteras con Superficie Asfáltica

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m <sup>2</sup> )				
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input style="width: 100%;" type="text"/>		<input style="width: 100%;" type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parqueo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

### Unidades de Muestreo

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- a) Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . En el Cuadro 1 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

**CUADRO No1.** Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas.

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

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

- b) Carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $20 \pm 8$  losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura. <sup>(13)</sup>

### Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades

de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} \quad \text{Ecuación N°01}$$

Dónde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
- : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35) En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ( $n < 5$ ), **todas las unidades deberán evaluarse.**

#### **Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la

sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- a) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación 2:

$$i = \frac{N}{n} \quad \text{Ecuación N=02}$$

Dónde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + 1), (S + 2), etc.

Siguiendo con el ejemplo, si la unidad inicial de muestreo para inspección seleccionada es 2 y el intervalo de muestreo (i) es igual a 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. <sup>(13)</sup>

#### **Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También

puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección. (13)

### **Evaluación de la Condición:**

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debe seguirse estrictamente la definición de los daños de este manual para obtener un valor del PCI confiable.

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

#### **a) Equipo.**

Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.

Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

**b) Procedimiento.** Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para

cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

- c) El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía. <sup>(13)</sup>

### **Cálculo del pci de las unidades de muestreo**

Al completar la inspección de campo, la información sobre los daños se utiliza para calcular el PCI. El cálculo puede ser manual o computarizado y se basa en los “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas.

Cálculo para Carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica:

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

1. a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna TOTAL del formato PCI-01. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
1. b. Divida la CANTIDAD de cada clase de daño, en cada nivel de severidad, entre el ÁREA TOTAL de la unidad de muestreo y exprese el resultado como porcentaje. Esta es la DENSIDAD del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.
1. c. Determine el VALOR DEDUCIDO para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” que se adjuntan al final de este documento, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

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

**2. a.** Si ninguno o tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. Y 2.c.

**2. b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

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

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

Carreteras pavimentadas      Ecuación N°03

Dónde:

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

$HDV_i$  : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

**2. d.** El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

**Etapa 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

**3. a.** Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.

**3. b.** Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos

individuales.

**3. c.** Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

**3. d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

**3. e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

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

En el grafico 4. Se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 4.** Formato para interacciones del cálculo del CDV

Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido

Nº	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**Cálculo del pci de una sección de pavimento.**

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

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

Ecuación N° 04

Dónde:

$PCI_S$  : PCI de la sección del pavimento.

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

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

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

$A$  : Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas. <sup>(13)</sup>

## 2.2.9 MANUAL DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los conceptos e imágenes que se presentan a continuación con relación a los daños, tipos y grado de severidad se han extraído del **Consejo de directores de carreteras de**

**Iberia e Iberoamérica “Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.** <sup>(14)</sup>

### 2.2.9.1 PIEL DE COCODRILO

**Descripción:** Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones

unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga).

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamientos. <sup>(14)</sup>

### **Niveles de severidad**

**L** (Low: Bajo): Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

**M** (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

**H** (High: Alto): Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

### **Medida**

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

### **Opciones de reparación**

**L:** No se hace nada, sello superficial sobre carpeta.

**M:** Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobre carpeta reconstrucción.

**H:** Parcheo parcial o Full Depth. Sobre carpeta. Reconstrucción. <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 5.** Piel de Cocodrilo.



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.” <sup>(14)</sup>

### 2.2.9.2 ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS

**Descripción:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una Sobre carpeta de concreto asfáltico.

Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).

Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling). <sup>(14)</sup>

#### **Niveles de severidad**

**L:** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

**M:** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

**H:** Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

### **Medida**

Se miden en pies lineales ó metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobre carpeta. <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 6.** Abultamientos y Hundimientos



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.” <sup>(14)</sup>

### 2.2.9.3 DEPRESIONES

**Descripción:** Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel. <sup>(14)</sup>

#### **Niveles de severidad.**

Máxima profundidad de la depresión: L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm. H: Más de 51.0 mm. **Medida**

Se mide en pies cuadrados ó metros cuadrados del área afectada.

#### **Opciones de reparación**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 7.** Depresiones.



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.”<sup>(14)</sup>

#### **2.2.9.4 HUECOS**

**Descripción:** Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta.

Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no

como meteorización. <sup>(14)</sup>

### Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro 2

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

**CUADRO No 2.** Niveles de severidad para Huecos.

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

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

### Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo. <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 8. Huecos o Baches.**



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.”<sup>(14)</sup>

#### **2.2.9.5 GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES**

**Descripción:** Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

Una junta de carril del pavimento pobremente construida.

Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.

Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción.

Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga. <sup>(14)</sup>

## **Niveles de Severidad**

**L:** Existe una de las siguientes condiciones:

Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.

Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

**M:** Existe una de las siguientes condiciones:

Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.

Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.

Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

**H:** Existe una de las siguientes condiciones:

Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.

Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.

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

## **Medida**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (o metros lineales).

La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

## **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial. <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 9.** Grietas Longitudinal.



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.” <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 10.** Grietas Transversal



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.” <sup>(14)</sup>

#### **2.2.9.6 DESPREDIMIENTO O EXPOSICION DE AGREGADOS**

**Descripción:** el desprendimiento de agregados es la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento. <sup>(14)</sup>

#### **Niveles de severidad**

**L:** Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

**M:** Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

**H:** Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

## **MEDIDA**

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

## **Opciones de reparación**

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial. <sup>(14)</sup>

**GRAFICO No 11.** Desprendimiento o Exposición de agregados



**Fuente:** Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica  
“Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.” <sup>(14)</sup>

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

El presente estudio de investigación es de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal, porque se desea evaluar y describir todas las patologías existentes en la Av. Andrés Razuri, del Distrito de Tambogrande – Piura - Piura, obteniendo su estado actual y por ende la realidad de la misma lo cual nos permite explicar un problema que se ha dado con anterioridad.

Es descriptivo porque describe las patologías existentes en la superficie de la capa de rodadura, de la avenida en estudio, obteniendo de cada una de ellas su clasificación, tipo y grado de severidad y de esta manera determinar el índice de funcionalidad de la avenida en estudio.

Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.

Es de corte transversal porque se está analizando en el periodo de noviembre de 2015.

#### **3.2 POBLACION Y MUESTRA**

##### **3.2.1 Universo o población**

Para la presente Investigación, el universo está dado por la avenida. Andrés Razuri, del Distrito de Tambogrande.

##### **3.2.2 Muestra**

La muestra poblacional seleccionada son las cuadras 1 a la cuadra 5 de la Av. Andrés Razuri, del Distrito de Tambogrande.

### **3.2.3 Muestreo**

Se seleccionaron de acuerdo a la metodología del PCI (explicado en las bases teóricas)

Para la determinación de las patologías de la capa de rodadura del concreto asfáltico.

### 3.3. DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES E INDICADORES

#### 3.3.1. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

*CUADRO No 3.* Cuadro de Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	CATEGORIAS O DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
La evaluación de las patologías Para determinar la funcionalidad de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri del distrito de Tambogrande, provincia de Piura, departamento de Piura.	Es la identificación, determinación o establecimiento de las patologías que se presentan en la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andres Razuri del distrito de Tambogrande, provincia y departamento de Piura	Tipología y grado de severidad de las lesiones patológicas de la superficie de rodadura del pavimento flexible. Como son:  1.- Huecos o baches 2.-Desprendimeinto de los agregados 3.- Ahuellamientos 4.- Parches	Inestabilidad en la superficie de rodadura.	Tipo, forma de falla.
				Clase de falla Nivel de severidad
			Grado de afectación en la superficie de rodadura del pavimento asfaltico.	LOW MEDIUM HIGH

*Fuente: Propia*

### **3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

Se utilizó la evaluación visual y toma de datos a través de fichas técnicas, extraídas del manual de PCI, con la finalidad de recolectar datos en campo para su posterior tabulación y obtención de resultados finales.

Usamos como apoyo

Excel

Cuadros estadísticos

Word

#### **Instrumentos**

La evaluación de la condición del pavimento flexible, incluirá los siguientes aspectos:

Odómetro para medir las longitudes y las áreas de los daños.

Regla de madera y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.

Conos de señalización y cintas de seguridad, para delimitar las áreas a evaluar.

Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

### **3.5 PLAN DE ANALISIS**

Los resultados estarán comprendidos en lo siguiente:

1. La localización o ubicación del área en la cual realizaremos los estudios establecidos para nuestro trabajo de investigación.

2. La tipología de las lesiones o patologías existentes en nuestra zona de investigación. Nivel de Índice de Condición de Pavimento.
3. Cuadros establecidos para el ámbito de la investigación.
4. Cuadros estadísticos de las Patologías o lesiones existentes en la superficie de rodadura del pavimento flexible, en cada una de las muestras determinadas.
5. Resultados definitivos de las evaluaciones y determinación de la funcionalidad de la capa de rodadura del pavimento flexible.

### 3.6 MATRIZ DE CONSISTENCIA

*CUADRO No 4.* Cuadro de Matriz de Consistencia.

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Evaluación de las Patologías de la Superficie de Rodadura del Pavimento Flexible de La Av. Andrés Razuri (Cuadras 1 a La Cuadra 5), Del Distrito De Tambogrande, Piura - 2015.	¿En qué medida la evaluación de las patologías permite determinar la funcionalidad de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri, (cuadras 1 a la cuadra 5) , del distrito de Tambogrande, Piura – 2015?	Determinar cómo influyen las patologías existentes, en la funcionalidad de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri, (cuadras 1 a la cuadra 5), del distrito de Tambogrande, Piura - 2015.	“La evaluación de las patologías existentes en la superficie de rodadura, determinaran el grado de funcionalidad del pavimento flexible de la avenida Andrés Razuri (cuadras 1 a la cuadra 5)”	Determinar los niveles de incidencia de las patologías en la superficie de rodadura del Pavimento Flexible de La Av. Andrés Razuri (Cuadras 1 a La Cuadra 5), Del Distrito De Tambogrande, Piura - 2015.	<p><b>Tipo: Investigación descriptiva</b></p> <p>El presente estudio de investigación es de tipo descriptiva, no experimental y de corte transversal</p> <p>Es descriptivo porque describe las patologías existentes en la superficie de la capa de rodadura, de la avenida en estudio, obteniendo de cada una de ellas su clasificación, tipo y grado de severidad y de esta manera determinar el índice de funcionalidad de la avenida en estudio.</p> <p>Es No experimental porque se estudia el problema y se analiza sin recurrir a laboratorio.</p> <p>Es de corte transversal porque se está analizando en el periodo de noviembre de 2015</p> <p><b>Nivel:</b></p> <p>Es descriptivo porque se desea evaluar y describir todas las patologías existentes en la Av. En estudio, obteniendo su estado actual y por ende la realidad de la misma y permite explicar un problema que se ha dado con anterioridad.</p>

*Fuente: Propia*

### **3.7. PRINCIPIOS ETICOS**

Para el presente trabajo de investigación se tomarán artículos, trabajos de investigación, textos, revistas, y otros documentos relacionados con nuestro tema de investigación, respetando la autoría de cada uno de ellos.

Además se consultó páginas de internet, que nos proporcionaron información relevante, la misma que contribuirá al desarrollo de nuestra investigación.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. RESULTADOS**

En la inspección visual y toma de datos en el lugar en estudio, se han obtenido los siguientes resultados, los cuales se presentan a continuación, con la finalidad de determinar la funcionalidad de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri, (cuadras 1 al 5), del distrito de Tambogrande – Piura.

Para cada unidad de muestra se presentaran lo siguiente:

Hoja de inspección en campo de cada unidad de muestra, donde se asignan el tipo de patologías y su grado de severidad.

Determinación de la condición actual de la capa de rodadura de cada cuadra

Cuadros estadísticos de los tipos de patologías existentes en la capa de rodadura de la avenida en estudio.

Cuadros estadísticos de la condición en que se encuentra la capa de rodadura y cálculo del PCI y porcentajes de cada patología encontrada.

#### 4.1.1 INSPECCION CUADRA 01

**GRAFICO No 12.** Hoja de Inspección Cuadra 1

<b>METODO PCI</b>						ESQUEMA:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
<b>HOJA DE REGISTRO</b>								
Nombre de la via: AV. Andres Razuri			Seccion: Unica			Unidad de Muestra: Cuadra 1		
Ejecutor: Hector I. Garcia Saavedra			Fecha: Octubre de 2015			Area: 805M2		
1. Piel de cocodrilo		6. Depresiones		11. Parches		16. Grieta parabolica o por deslizamiento		
2. Exudacion		7. Grietas de borde		12. Agregado Pulido		17. Hinchamiento		
3. Agrietamiento en bloque		8. Grietas de reflexion de junta		13. Baches o huecos		18. Desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril berna		14. Ahuellamiento				
5. Corrugacion		10. Grietas longitudinales y trasnversales		15. Desplazamiento				
Niveles de Severidad: L: Low                      M: Medium                      H: High								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
18H	275.7	245.5	213.8			735	91.30	77
18M	15.4					15.4	1.91	9
13M	1	1	1			3	0.37	17
4M	1.2	0.86	0.75			2.81	0.35	5

**Fuente:** Propia

GRAFICO No 13. Cálculo del Valor del VRC

## CALCULO DEL VRC

**NOMBRE DE LA VIA**      **AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA**

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

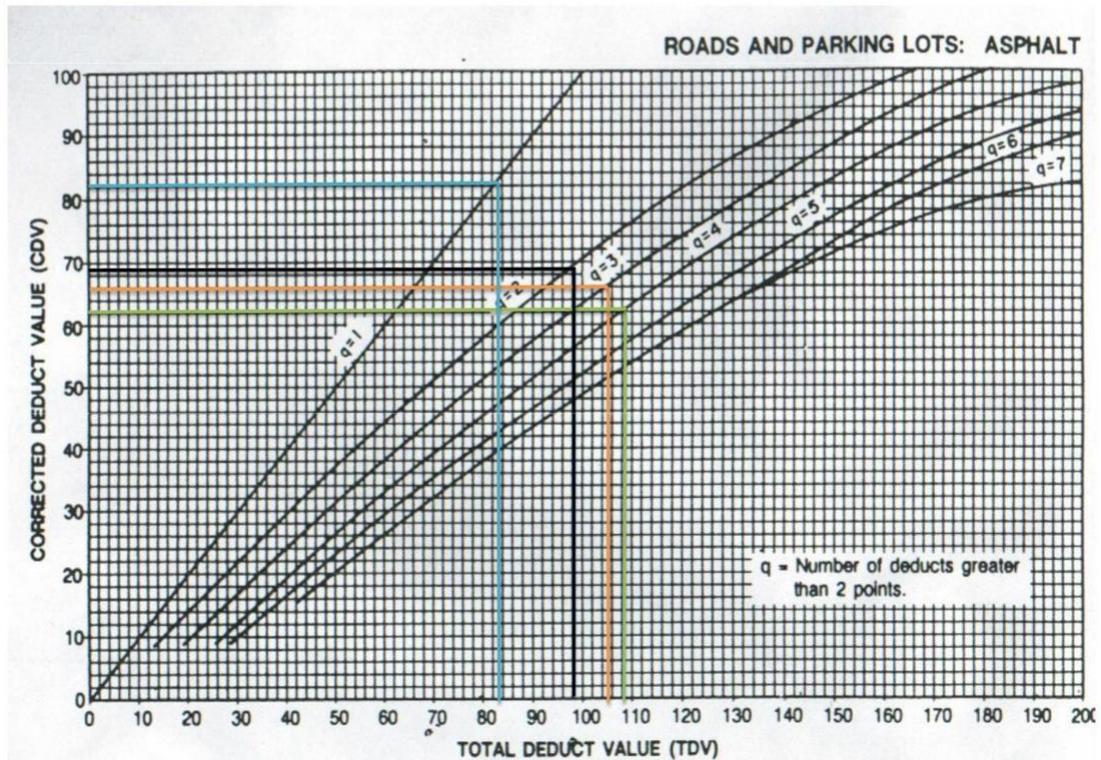
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 3.18$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
	77	17	9	5									
1	77	17	9	5							108	4	62
2	77	17	9	2							105	3	66
3	77	17	2	2							98	2	69
4	77	2	2	2							83	1	82



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 14.** Cálculo del Valor del PCI de la Cuadra 1

**CALCULO DEL PCI CUADRA 1**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85–70	Muy Bueno
70–55	Bueno
55–40	Regular
40–25	Malo
25–10	Muy Malo
10–0	Fallado

**Máximo VRC = 82**

**PCI = 100 – Máximo VRC**

**PCI = 100 – 82 = 18**

**Clasificación = MUY MALO**

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

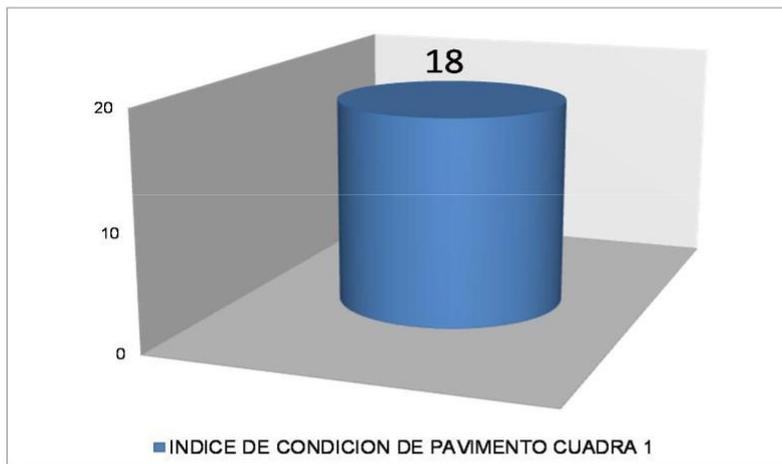
**GRAFICO No 15.** Resultados del PCI y Patologías encontradas en la cuadra 1

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CUADRA 1**

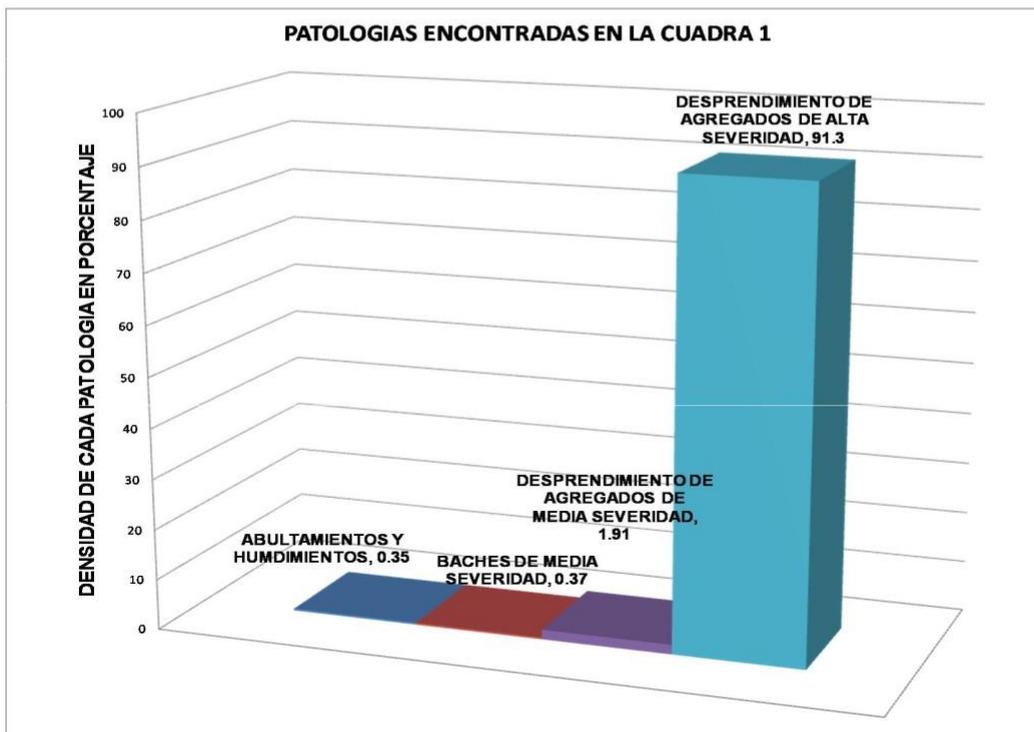
18

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

UNIDAD DE MUESTRA : CUADRA 1



RANGOS DE CALIFICACIÓN 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



Fuente: Propia

#### 4.1.2 INSPECCION CUADRA 02

**GRAFICO No 16.** Hoja de Inspección Cuadra 2

<b>METODO PCI</b>						<b>ESQUEMA:</b>					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE											
<b>HOJA DE REGISTRO</b>											
<b>Nombre de la via:</b> AV. Andres Razuri			<b>Seccion:</b> UNICA			<b>Unidad de Muestra:</b> Cuadra 2					
<b>Ejecutor:</b> Hector I. Garcia Saavedra			<b>Fecha:</b> Octubre de 2015			Area: 1,176 M2					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. <b>Parches</b>	16. Grieta parabólica o por deslizamiento	2. Exudación	7. Grietas de borde	12. Agregado Pulido	17. Hinchamiento	3. Agrietamiento en bloque	8. Grietas de reflexión de junta	13. Baches o huecos	18. Desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril berna	14. Ahuellamiento	5. Corrugación	10. Grietas longitudinales y transversales	15. Desplazamiento						
Niveles de Severidad: L: Low M: Medium H: High											
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO			
13M	1	1	1			3	0.26	12			
13H	1	1				2	0.17	22			
11M	0.715					0.715	0.06	4			
18M	24.5					24.5	2.08	10			
18H	95.5					95.5	8.12	38			

**Fuente:** Propia

**GRAFICO No 17.** Cálculo del Valor del VRC, cuadra 2

**CALCULO DEL VRC**

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

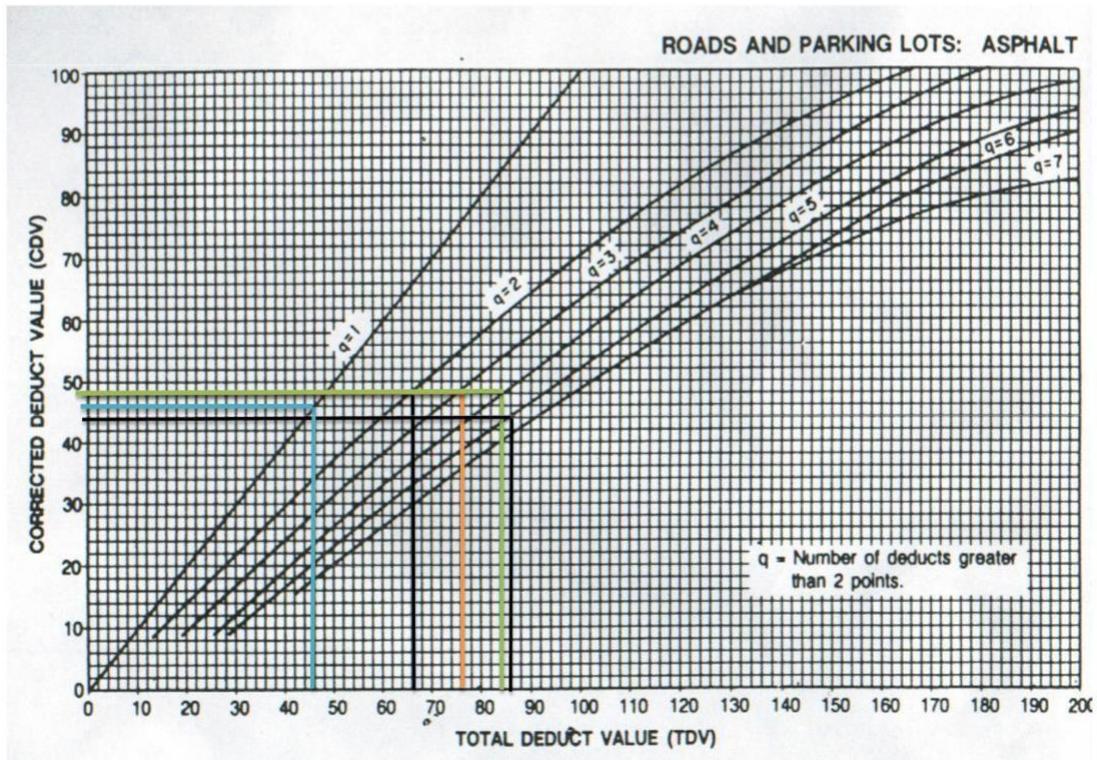
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 6.87$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	38	22	12	10	4						86	5	44
2	38	22	12	10	2						84	4	48
3	38	22	12	2	2						76	3	48
4	38	22	2	2	2						66	2	48
5	38	2	2	2	2						46	1	46



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 18.** Cálculo del Valor del PCI de la Cuadra 2

**CALCULO DEL PCI CUADRA 2**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85–70	Muy Bueno
70–55	Bueno
55–40	Regular
40–25	Malo
25–10	Muy Malo
10–0	Fallado

**Máximo VRC = 48**

**PCI = 100 – Máximo VRC**

**PCI = 100 – 48 = 52**

**Clasificación = REGULAR**

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

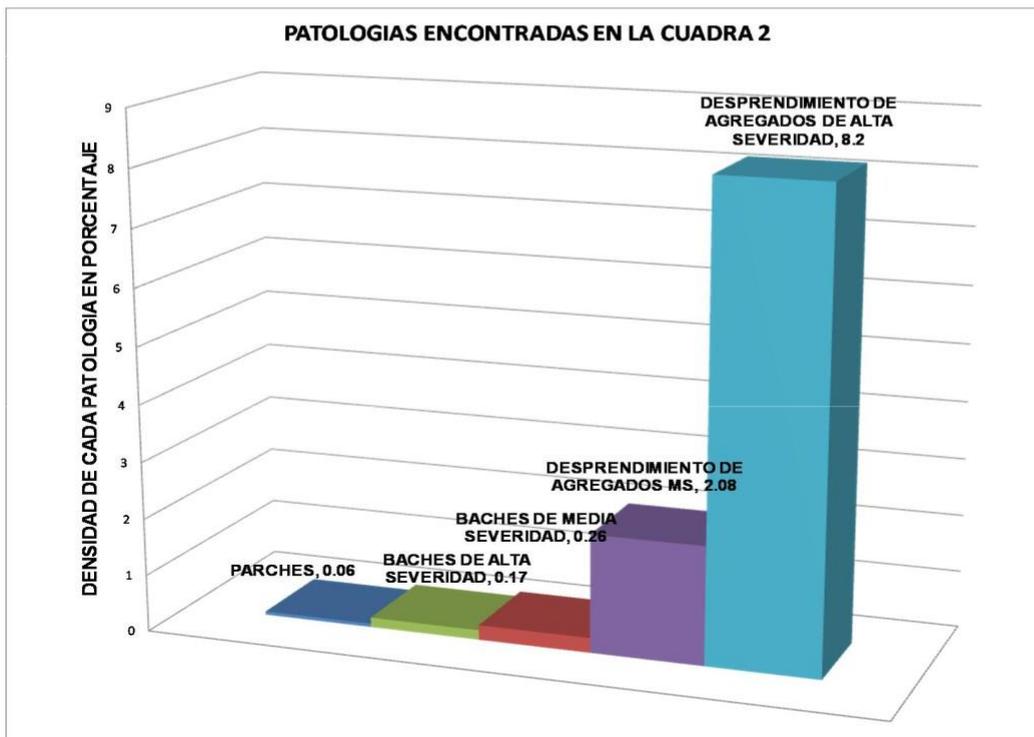
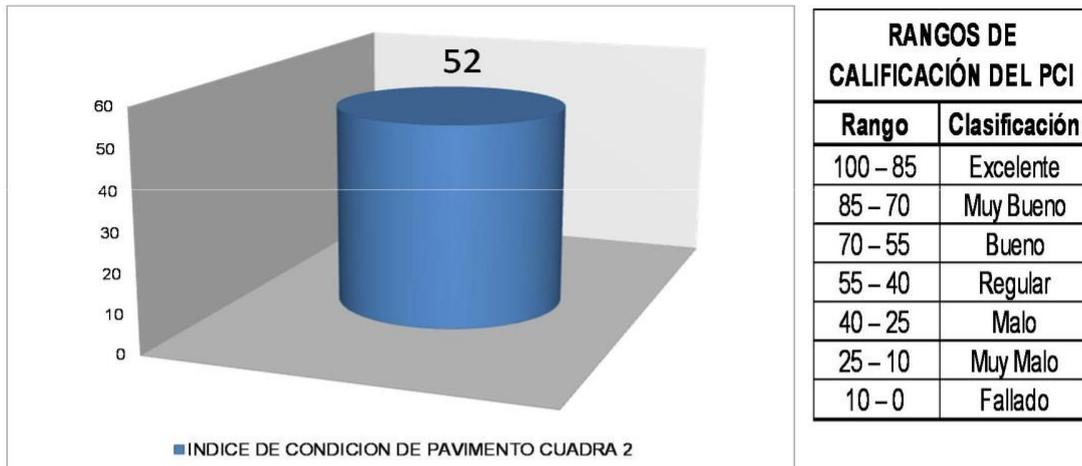
**GRAFICO No 19.** Resultados del PCI y Patologías encontradas en la cuadra 2

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CUADRA 2

52

NOMBRE DE LA VIA: **AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA**

UNIDAD DE MUESTRA : **CUADRA 2**



*Fuente:* Propia

### 4.1.3 INSPECCION CUADRA 03

**GRAFICO No 20.** Hoja de Inspección Cuadra 3

<b>METODO PCI</b>						ESQUEMA:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
<b>Nombre de la via:</b> AV. Andres Razuri		<b>Seccion:</b> Unica		<b>Unidad de Muestra:</b> Cuadra 3				
<b>Ejecutor:</b> Hector I. Garcia Saavedra			<b>Fecha:</b> Octubre de 2015		Area: 423.5 M2			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	<b>11. Parches</b>			16. Grieta parabólica o por deslizamiento			
<b>2. Exudacion</b>	7. Grietas de borde	12. Agregado Pulido			17. Hinchamiento			
3. Agrietamiento en bloque	8. Grietas de reflexion de junta	13. Baches o huecos			18. Desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carrilberna	14. Ahuellamiento						
<b>5. Corrugacion</b>	10. Grietas longitudinales y trasnversales	15. Desplazamiento						
Niveles de Severidad: <b>L: Low</b> <b>M: Medium</b> H: High								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13M	1	1	1			3	0.71	25
13H	1	1				2	0.47	39
11M	1.3	3.5	2.1			6.9	1.63	12
18H	60.5	55.8				116.3	27.46	60

**Fuente:** Propia

**GRAFICO No 21.** Cálculo del Valor del VRC, cuadra 3

**CALCULO DEL VRC**

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

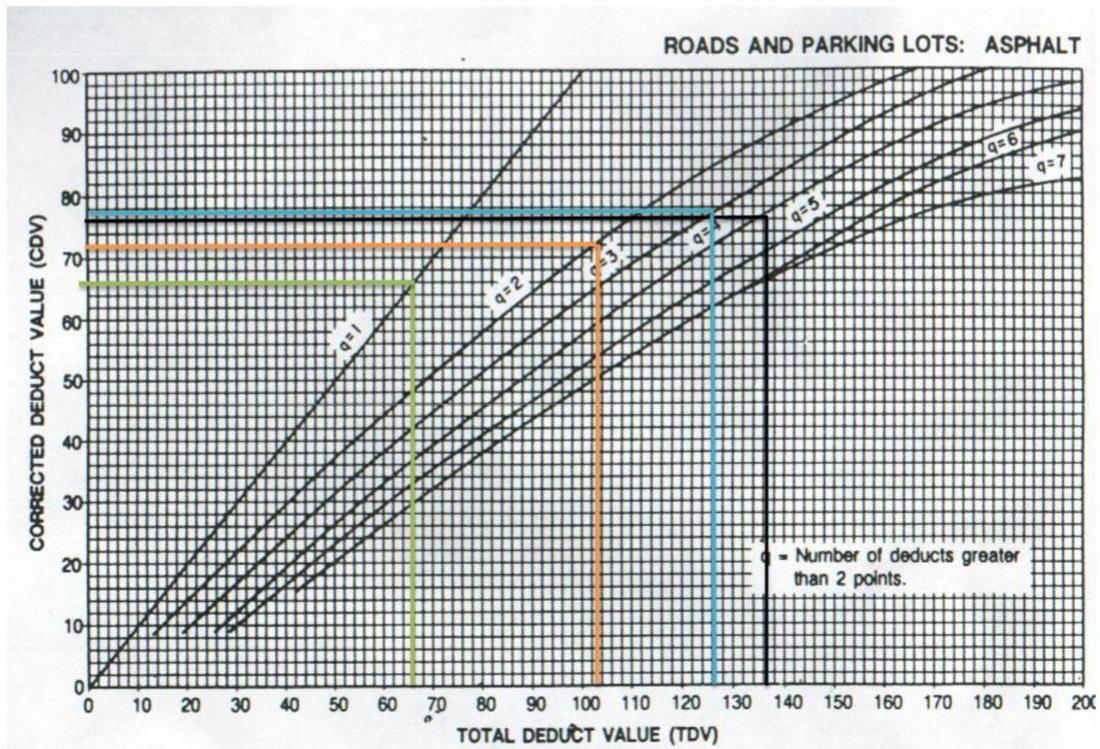
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 4.79$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	60	39	25	12							136	4	76
2	60	39	25	2							126	3	77
3	60	39	2	2							103	2	72
4	60	2	2	2							66	1	66



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 22.** Cálculo del Valor del PCI de la Cuadra 3

**CALCULO DEL PCI CUADRA 3**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85–70	Muy Bueno
70–55	Bueno
55–40	Regular
40–25	Malo
25–10	Muy Malo
10–0	Fallado

**Máximo VRC = 77**

**PCI = 100 – Máximo VRC**

**PCI = 100 – 77 = 23**

**Clasificación = MUY MALO**

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

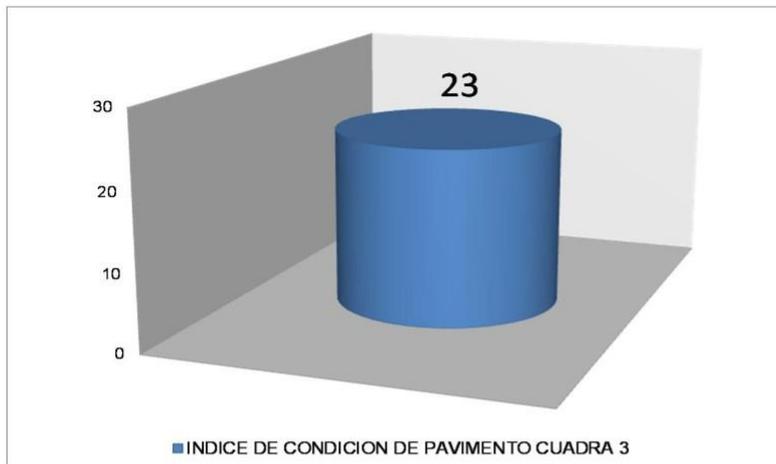
**GRAFICO No 23.** Resultados del PCI y Patologías encontradas en la cuadra 3

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CUADRA 3**

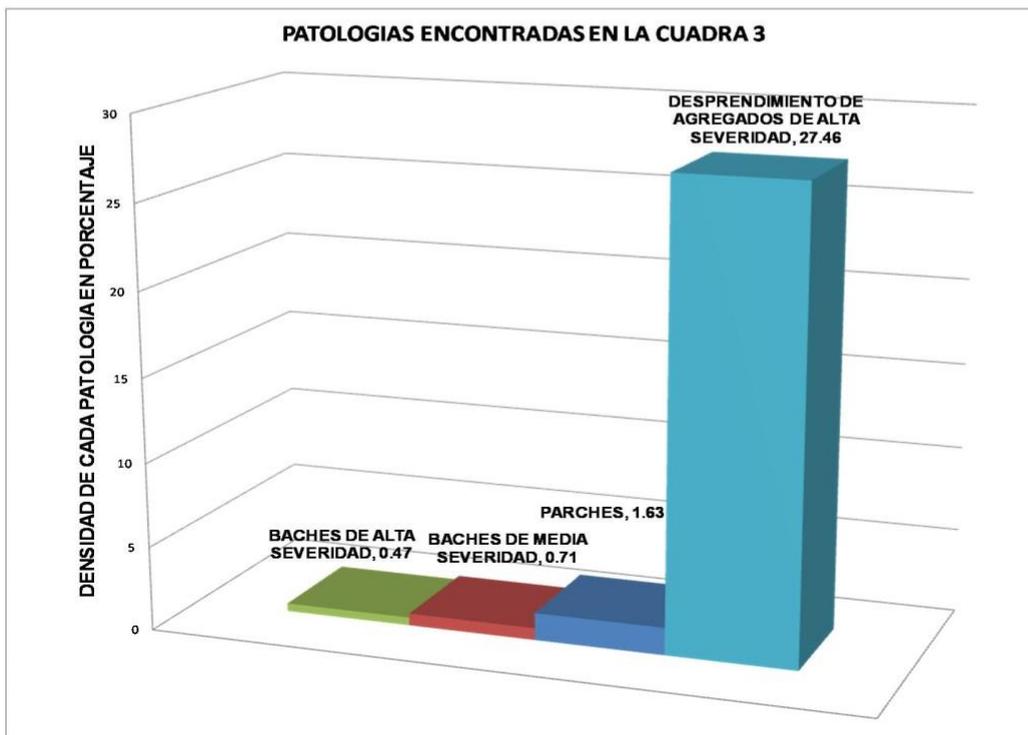
23

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

UNIDAD DE MUESTRA : CUADRA 3



RANGOS DE CALIFICACIÓN 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



*Fuente:* Propia

#### 4.1.4 INSPECCION CUADRA 04

**GRAFICO No 24.** Hoja de Inspección Cuadra 4

<b>METODO PCI</b>						<b>ESQUEMA:</b>		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
<b>HOJA DE REGISTRO</b>								
Nombre de la via: AV. Andres Razuri			Seccion:			Unidad de Muestra: Cuadra 4		
Ejecutor: Hector I. Garcia Saavedra			Fecha: Octubre de 2015 $\text{A}$ rea: 371 M <sup>2</sup>					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresiones	11. Parches	16. Grieta parabólica o por deslizamiento					
2. Exudacion	7. Grietas de borde	12. Agregado Pulido		17. Hinchamiento				
3. Agrietamiento en bloque	8. Grietas de reflexion de junta	13. Baches o hueco		18. Desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimien	9. Desnivel carril berna	14. Ahuellamiento						
5. Corrugacion	10. Grietas longitudinales y trasnversales		15. Desplazamiento					
Niveles de Severidad: <b>L: Low</b> <b>M: Medium</b> <b>H: High</b>								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
13M	1	1	1	1		4	1.08	32
11M	2.1					2.1	0.57	5
18M	4.80	1.40	30.8			36.95	9.96	19
18H	3.00	5.6	10.8			19.4	5.23	31

**Fuente:** Propia

**GRAFICO No 25.** Cálculo del Valor del VRC, cuadra 4

**CALCULO DEL VRC**

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

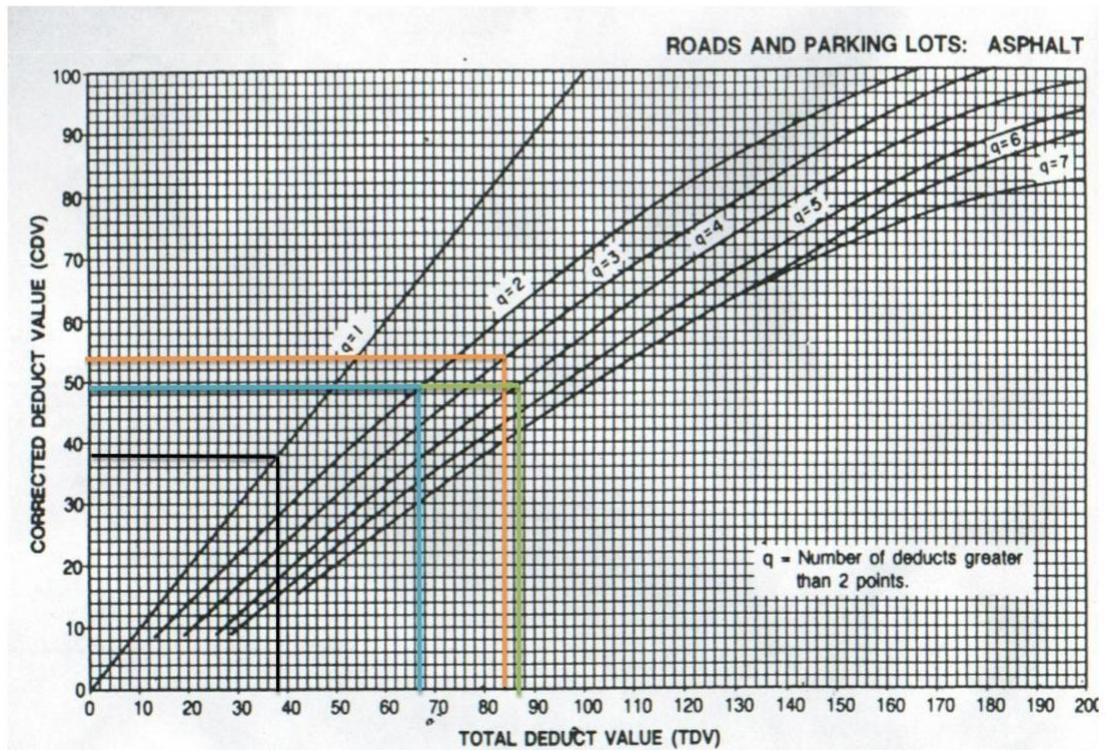
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 7.44$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	32	31	19	5							87	4	49
2	32	31	19	2							84	3	54
3	32	31	2	2							67	2	49
4	32	2	2	2							38	1	38



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 26.** Cálculo del Valor del PCI de la Cuadra 4

**CALCULO DEL PCI CUADRA 4**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85–70	Muy Bueno
70–55	Bueno
55–40	Regular
40–25	Malo
25–10	Muy Malo
10–0	Fallado

**Máximo VRC = 54**

**PCI = 100 – Máximo VRC**

**PCI = 100 – 54 = 46**

**Clasificación = REGULAR**

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

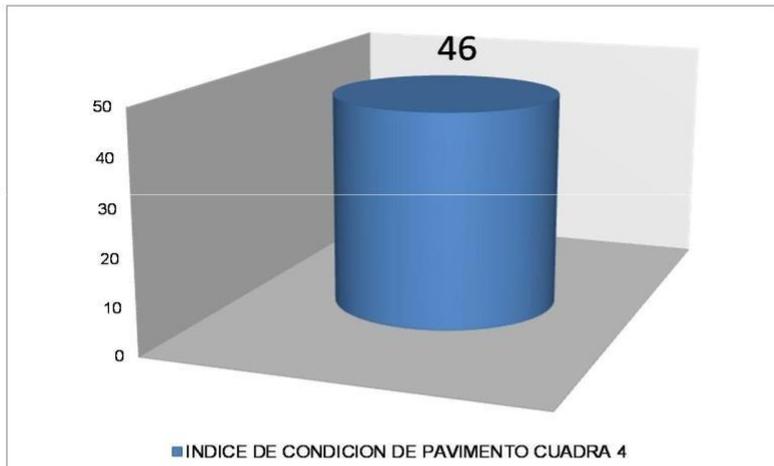
**GRAFICO No 27. Resultados del PCI y Patologías encontradas en la cuadra 4**

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CUADRA 4**

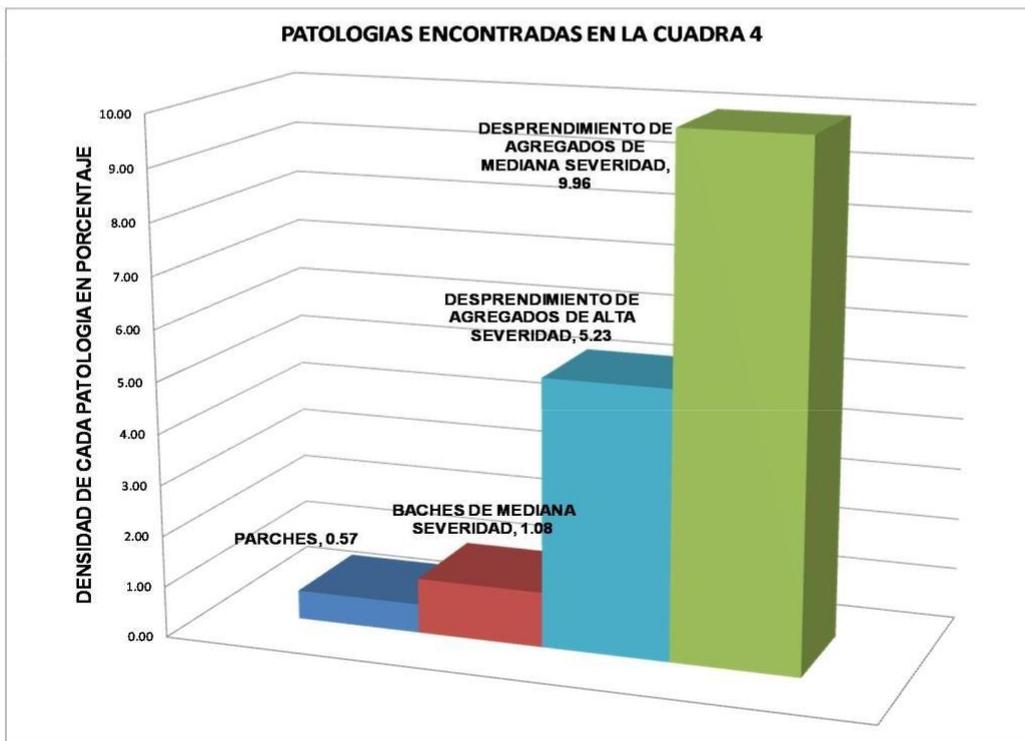
**46**

NOMBRE DE LA VIA : AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

UNIDAD DE MUESTRA : CUADRA 4



RANGOS DE CALIFICACIÓN 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



*Fuente:* Propia

#### 4.1.4 INSPECCION CUADRA 05

**GRAFICO No 28.** Hoja de Inspección Cuadra 5

<b>METODO PCI</b>						ESQUEMA:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN VIAS CON PAVIMENTO FLEXIBLE								
HOJA DE REGISTRO								
<b>Nombre de la via:</b> AV. Andres Razuri			<b>Seccion:</b> Unica			<b>Unidad de Muestra:</b> Cuadra 5		
<b>Ejecutor:</b> Hector I. Garcia Saavedra			<b>Fecha:</b> Octubre de 2015			<b>Area:</b> 966 M2		
1. Piel de cocodrilo			6. Depresiones			11. Parches		
2. Exudacion			7. Grietas de borde			12. Agregado Pulido		
3. Agrietamiento en bloque			8. Grietas de reflexion de junta			13. Baches o huecos		
4. Abultamientos y hundimien			9. Desnivel carril berna			14. Ahuellamiento		
5. Corrugacion			10. Grietas longitudinales y trasnversales			15. Desplazamiento		
16. Grieta parabolica o por deslizamiento			17. Hinchamiento			18. Desprendimiento de agregados		
<b>Niveles de Severidad: L: Low M: Medium H: High</b>								
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
18H	165.6	151.8				317.4	32.86	63
18M	102.4	96.4	56.4	48.4		303.6	31.43	30
13M	1	1	1	1	1	5	0.52	21
11M	1.65					1.65	0.17	4

**Fuente:** Propia

**GRAFICO No 29.** Cálculo del Valor del VRC, cuadra 5

**CALCULO DEL VRC**

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

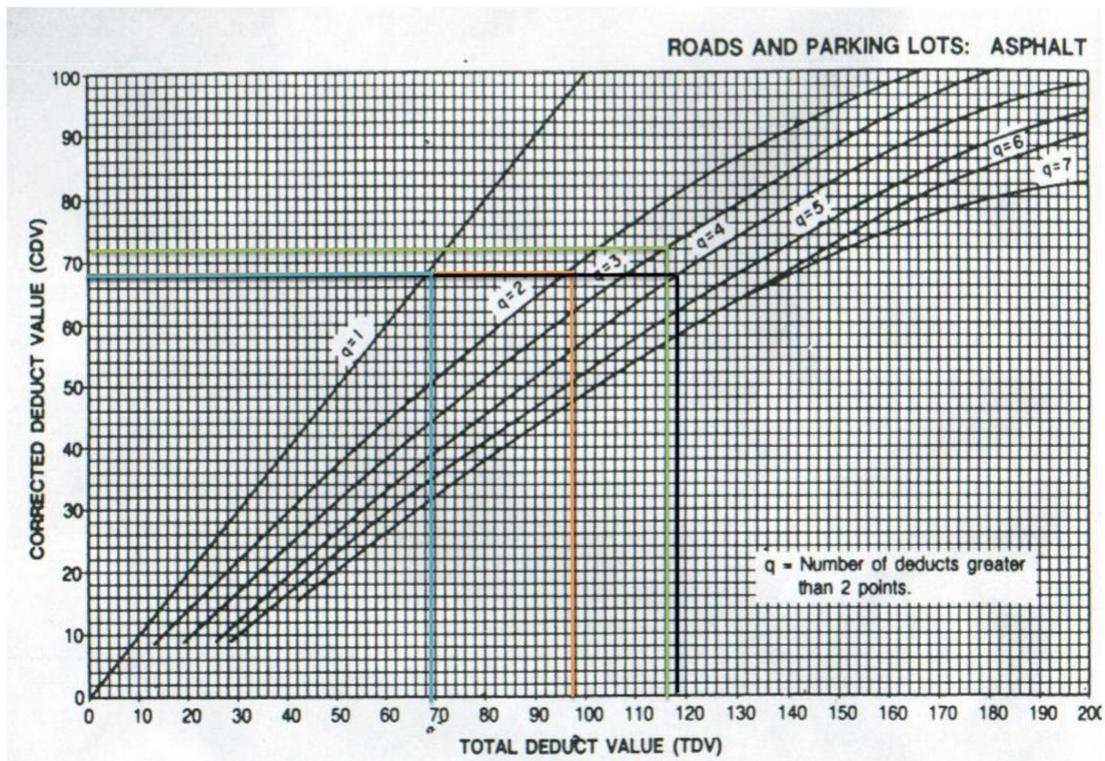
Donde:

m = Número permitido de VRs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 4.51$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
1	63	30	21	4							118	4	68
2	63	30	21	2							116	3	72
3	63	30	2	2							97	2	68
4	63	2	2	2							69	1	68



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 30.** Cálculo del Valor del PCI de la Cuadra 5

**CALCULO DEL PCI CUADRA 5**

<b>RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI</b>	
<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100 – 85	Excelente
85–70	Muy Bueno
70–55	Bueno
55–40	Regular
40–25	Malo
25–10	Muy Malo
10–0	Fallado

**Máximo VRC = 72**

**PCI = 100 – Máximo VRC**

**PCI = 100 – 72 = 28**

**Clasificación = MALO**

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

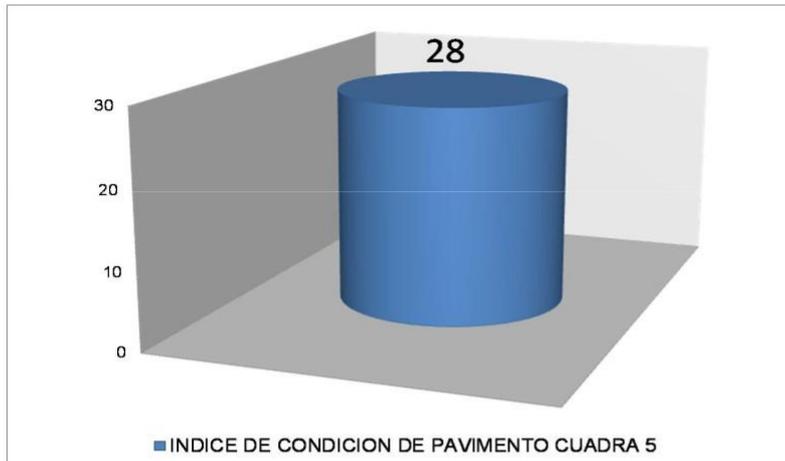
**GRAFICO No 31.** Resultados del PCI y Patologías encontradas en la cuadra 5

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO CUADRA 5**

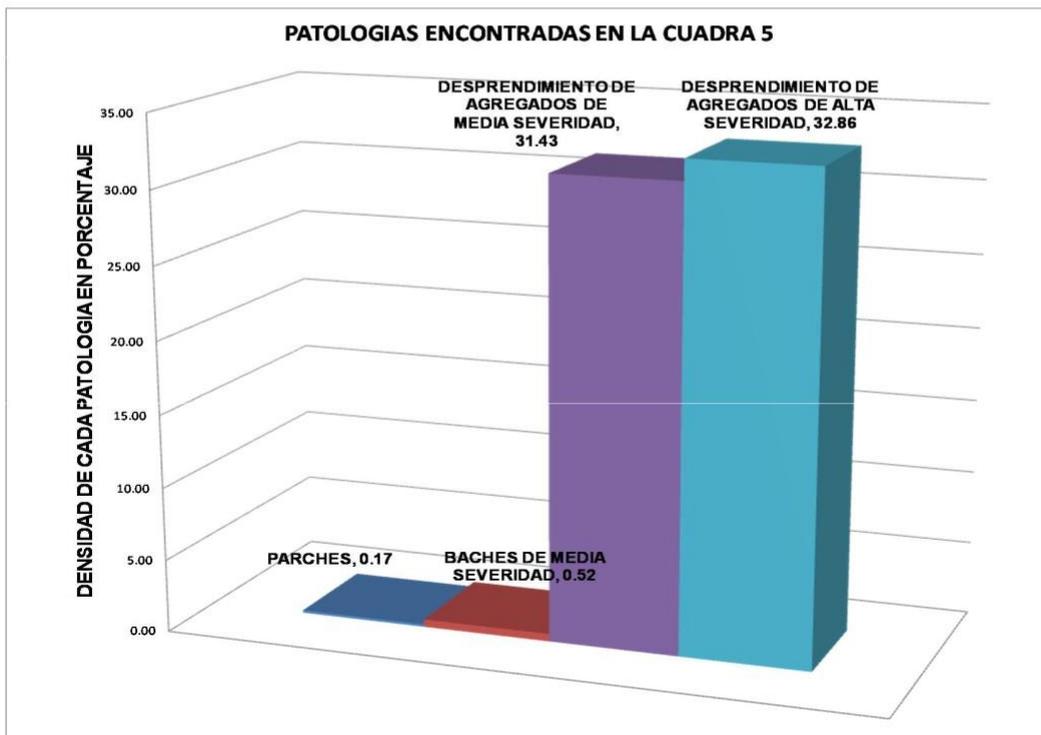
28

NOMBRE DE LA VIA: AVENIDA ANDRES RAZURI - TAMBOGRANDE - PIURA

UNIDAD DE MUESTRA : CUADRA 5



RANGOS DE CALIFICACIÓN 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



Fuente: Propia

## 4.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.2.1 CUADRA 1

La cuadra **uno** está constituida por un área total de 805 m<sup>2</sup>, de la avenida en estudio, la misma que se encuentra ubicada entre las avenidas 9 de Noviembre abscisa inicial y la abscisa final el Jr. Cuzco, de acuerdo a los patologías encontradas y que se muestran en los gráficos 12, 13, 14 y 15 se interpretan los resultados obtenidos:

**Desprendimiento de agregados de alta severidad, desprendimiento de agregados de media severidad, abultamiento / hundimiento y huecos o baches, con valores de 91.3%, 1.91%, 0.35% y 0.37% respectivamente.**

La patología desprendimiento de agregados es la que influye más en la capa de rodadura del pavimento de la cuadra 1, siendo esta la que finalmente nos proporcione el índice de condición de esta capa de rodadura, caso contrario es la patología de huecos la que menos influye en la obtención de los resultados.

Se ha aplicado el procedimiento de cálculo, detallado en la guía metodológica del PCI, que hemos descrito en la revisión de la literatura, obteniendo como resultado final el siguiente:

Como se aprecia en las tablas de fallas de cada patología – cuadra 1, se obtuvieron 4 valores deducidos: 77, 17, 9 y 5, utilizando los ábacos para cada una de ellas según sea su tipo y severidad, y teniendo como dato de entrada la densidad de cada una de ellas en función de su unidad de medida y el área total analizada.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como **máximo valor reducido corregido de 82** dando como resultado un **índice de condición de pavimento de 18**

que corresponde a un pavimento **muy malo**.

Este valor obtenido, está acorde con la realidad de esta cuadra ya que solo con la inspección visual y buen criterio se puede determinar dicha condición.

#### **4.2.2 CUADRA 2**

La cuadra **dos** está constituida por un área total de 1176 m<sup>2</sup>, la misma que se encuentra ubicada entre abscisa inicial desde el Jr. Cuzco, hasta la abscisa final la Av. Fernando Arambulo Satín, de acuerdo a las patologías encontradas y que se muestran en los gráficos 16, 17, 18 y 19 se interpretan los resultados obtenidos:

**Desprendimiento de agregados de alta severidad con 8.2%, desprendimiento de agregados de media severidad con 2.08%, huecos o baches de media severidad, con 0.26%, huecos o baches de alta severidad con 0.17% y para finalizar se inspeccionaron parches con 0,06%**

De las patologías antes descritas, el desprendimiento de agregados es la que influye más en la capa de rodadura del pavimento de la cuadra 2, siendo esta la que finalmente nos proporcione el índice de condición de esta capa de rodadura, también se presentan huecos de mediana severidad, los mismos que influyen en la buena circulación vehicular y reduciendo así su serviciabilidad.

No dejaremos de mencionar la existencia de parches, en esta cuadra, los mismos que tienen un porcentaje muy bajo de influencia al momento de determinar la condición del pavimento asfáltico.

Se ha aplicado el procedimiento de cálculo, detallado en la guía metodológica del PCI,

que hemos descrito en la revisión de la literatura, obteniendo como resultado final el Siguiente:

Como se aprecia en las tablas de fallas de cada patología – cuadro 2, se obtuvieron 5 valores deducidos: 38, 22, 12, 10 y 4, utilizando los ábacos para cada una de ellas según sea su tipo y severidad, y teniendo como dato de entrada la densidad de cada una de ellas en función de su unidad de medida y el área total analizada.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como **máximo valor reducido corregido de 48** dando como resultado un **índice de condición de pavimento de 52** que corresponde a un pavimento **regular**.

#### **4.2.3 CUADRA 3**

La cuadro **tres** está constituida por un área total de 423.5 m<sup>2</sup>, la misma que se encuentra ubicada entre abscisa inicial desde la Av. Fernando Arambulo Satín, y la abscisa final la calle dos, de acuerdo a las patologías encontradas y que se muestran en los gráficos 20, 21, 22 y 23 se interpretan los resultados obtenidos:

**De la misma manera que las dos primeras cuadras predomina el Desprendimiento de agregados de alta severidad con 27.46%, a continuación encontramos los parches utilitarios con 1.63%, finalmente se encontraron huecos o baches de media severidad, con 0.71% y huecos o baches de alta severidad con 0.47%**

De las patologías antes descritas, el desprendimiento de agregados es la que influye más en la capa de rodadura del pavimento de la cuadro 3, siendo esta la que finalmente nos proporcione el índice de condición de esta capa de rodadura, también se presentan huecos de mediana severidad, los mismos que influyen en la buena circulación vehicular y reduciendo así su serviciabilidad.

No dejaremos de mencionar la existencia de parches, en esta cuadra, los mismos que tienen un porcentaje muy bajo de influencia al momento de determinar la condición del pavimento asfáltico.

Se ha aplicado el procedimiento de cálculo, detallado en la guía metodológica del PCI, que hemos descrito en la revisión de la literatura, obteniendo como resultado final el siguiente:

Como se aprecia en las tablas de fallas de cada patología – cuadra 3, se obtuvieron 4 valores deducidos: 60, 39, 35, y 12, utilizando los ábacos para cada una de ellas según sea su tipo y severidad, y teniendo como dato de entrada la densidad de cada una de ellas en función de su unidad de medida y el área total analizada.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como **máximo valor reducido corregido de 77** dando como resultado un **índice de condición de pavimento de 23** que corresponde a un pavimento **muy malo**.

#### **4.2.4 CUADRA 4**

La cuadra **cuatro** está constituida por un área total de 371 m<sup>2</sup>, la misma que se encuentra ubicada entre abscisa inicial desde la calle dos, y la abscisa final la calle uno, de acuerdo a las patologías encontradas y que se muestran en los gráficos 24, 25, 26 y 27 se interpretan los resultados obtenidos:

**Para esta cuadra la patología predominante es el desprendimiento de agregados de media severidad con 9.96%, a continuación encontramos el desprendimiento de agregados de alta severidad con 5.23%, seguido se ubica baches de media severidad, con 1.08% finalmente se inspeccionaron parches en su mayoría utilitarios los mismos que se realizan para conexiones de los servicios básicos (agua**

**y desagüe), con 0.57%**

De las patologías antes descritas, el desprendimiento de agregados es la que influye más en la capa de rodadura del pavimento de la cuadra 4, siendo esta la que finalmente nos proporcione el índice de condición de esta capa de rodadura, también se presentan huecos de mediana severidad, los mismos que influyen en la buena circulación vehicular y reduciendo así su serviciabilidad.

No dejaremos de mencionar la existencia de parches, en su mayoría utilitarios que se generan para la instalación de los servicios básicos.

Se ha aplicado el procedimiento de cálculo, detallado en la guía metodológica del PCI, que hemos descrito en la revisión de la literatura, obteniendo como resultado final el siguiente:

Como se aprecia en las tablas de fallas de cada patología – cuadra 4, se obtuvieron 4 valores deducidos: 32, 31, 19, y 5, utilizando los ábacos para cada una de ellas según sea su tipo y severidad, y teniendo como dato de entrada la densidad de cada una de ellas en función de su unidad de medida y el área total analizada.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como **máximo valor reducido corregido de 54** dando como resultado un **índice de condición de pavimento de 46** que corresponde a un pavimento **regular**.

#### **4.2.5 CUADRA 5**

La cuadra **cuatro** está constituida por un área total de 996 m<sup>2</sup>, la misma que se encuentra ubicada entre abscisa inicial desde la calle uno, y la abscisa final la calle Pedro Atusparia, de acuerdo a las patologías encontradas y que se muestran en los

gráficos 28, 29, 30 y 31 se interpretan los resultados obtenidos:

**Para esta cuadra la patología predominante es el desprendimiento de agregados de alta severidad con 32.86%, a continuación encontramos el desprendimiento de agregados de media severidad con 31.43%, seguido se ubica baches de media severidad, con 0.52% finalmente se inspeccionaron parches en su mayoría utilitarios los mismos que se realizan para conexiones de los servicios básicos (agua y desagüe), con 0.17%**

De las patologías antes descritas, el desprendimiento de agregados es la que influye más en la capa de rodadura del pavimento de la cuadra 5, muy de cerca se encuentra la patología de desprendimiento de agregados de media severidad, siendo Ambas las que finalmente nos proporcione el índice de condición de esta capa de rodadura, también se presentan huecos de mediana severidad, los mismos que influyen en la buena circulación vehicular y reduciendo así su serviciabilidad.

No dejaremos de mencionar la existencia de parches, en su mayoría utilitarios que se generan para la instalación de los servicios básicos.

Se ha aplicado el procedimiento de cálculo, detallado en la guía metodológica del PCI, que hemos descrito en la revisión de la literatura, obteniendo como resultado final el siguiente:

Como se aprecia en las tablas de fallas de cada patología – cuadra 5, se obtuvieron 4 valores deducidos: 63, 30, 21, y 4, utilizando los ábacos para cada una de ellas según sea su tipo y severidad, y teniendo como dato de entrada la densidad de cada una de ellas en función de su unidad de medida y el área total analizada.

Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como **máximo valor reducido corregido de 72** dando como resultado un **índice de condición de pavimento de 28**

que corresponde a un pavimento **malo**.

#### 4.2.6 INTERPRETACION DE RESULTADOS FINALES

Una vez registrados todos los datos de campo, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se puede calcular el PCI promedio de las 5 cuadras consideradas, para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento de la Av. Andrés Razuri –Tambogrande - Piura.

En la tabla 2 se muestra un resumen de estos resultados.

**TABLA No 2.** Resumen de resultados de los datos del PCI en la Av. Andrés Razuri

RESUMEN DE RESULTADOS						
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	SECCION	AREA (M2)	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCION
CUADRA 1	0+000	0+115	UNICA	805.00	18	MUY MALO
CUADRA 2	0+115	0+283	UNICA	1176.00	52	REGULAR
CUADRA 3	0+283	0 + 343.5	UNICA	423.50	23	MUY MALO
CUADRA 4	0 + 343.5	0 + 396.5	UNICA	371.00	46	REGULAR
CUADRA 5	0 + 396.5	0 + 334.5	UNICA	966.00	28	MALO

PCI PROMEDIO:  $\underline{18+52+23+46+28} = 33$  MALO

Como resultado final se logró determinar que el índice de condición del pavimento PCI, de la Av. Andrés Razuri, cuadra 1 a la 5, desde la Av. Nueve de Noviembre hasta la Calle Pedro Atusparia, está en un nivel de **clasificación: Malo, con un índice de 33** según el promedio final de los todos los resultados obtenidos, en donde la circulación deja de ser cómoda por presentan daños de mediana y alta severidad generando malestar y daño a los usuarios que por el circulan.

## V. CONCLUSIONES

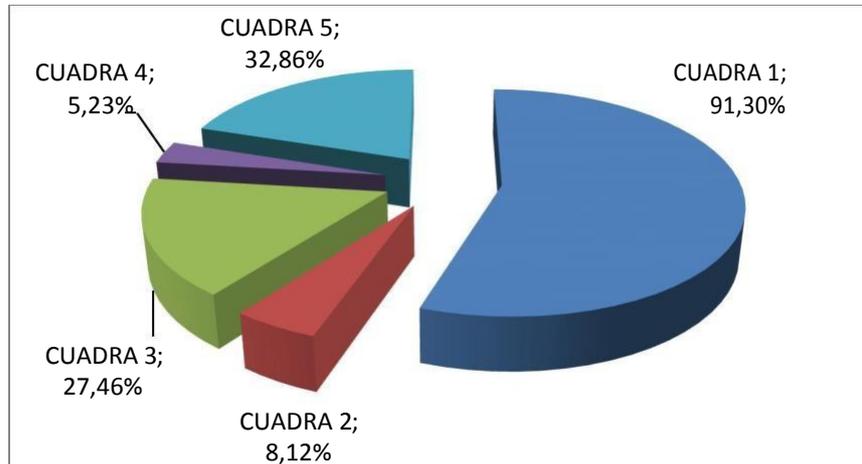
Finalizado el trabajo de investigación de la presente tesis, se concluye:

1. Se ha determinado que el estado en que se encuentra el pavimento flexible de la Av. Andrés Razuri, cuadra 1 a la 5, desde la Av. Nueve de Noviembre hasta la Calle Pedro Atusparia, presenta un **índice de condición del pavimento de 33 el mismo que al compararlo con la tabla de clasificación del PCI, obtenemos que su estado de conservación es malo.**
2. La falta de mantenimiento en la avenida en estudio, la misma que tienen un alto porcentaje de transitabilidad, es uno de los factores que llevan a la aparición de patologías e influyen en el tiempo de vida de cada una de ellas.
3. Que la patología con mayor incidencia en la funcionalidad de la capa de rodadura de la avenida Andrés Razuri – Tambogrande, es el desprendimiento de agregados de alta severidad como se muestra en el grafico 32, siendo la cuadra 1 la más afectada por este tipo de patología.

Una de las causas de la aparición de la patología de desprendimiento de agregados, es el tránsito de vehículos pesados que por ella se desplazan, ya que en la cercanía se ubica el almacén de vehículos pesados y maquinarias de la municipalidad distrital de Tambogrande.

Otra causa muy común por la cual se presenta la patología de desprendimiento de los agregados, es que la mezcla presente en la capa de rodadura es de calidad muy pobre, implicando esto al ligante asfáltico y sus agregados.

**GRAFICO No 32.** Porcentajes por cuadra de la patología desprendimiento de agregados de alta severidad.



**Fuente:** Propia

4. Se concluye, que por el estado de la avenida en estudio, las autoridades locales no invierten en la reparación de patologías, siendo este un factor determinante en su periodo de vida útil y serviciabilidad al usuario.

### **5.1. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

1. Es importante realizar una nueva construcción de los tramos que se encuentran en mal estado, con la finalidad de poder brindar un buen servicio a los vehículos que por el transitan.
2. Se debe dar mantenimiento periódico a los tramos que aún se encuentran con un índice de serviciabilidad REGULAR, con la finalidad de evitar que aparezcan nuevas patologías y que las existentes no sean de mayor severidad.

3. Tomar en cuenta las operaciones de reparación según los resultados que se han presentado y verificar que se realicen de la forma correcta, como se detallan en el punto 2.2.9 Manual de daños en pavimentos flexibles, donde se hace hincapié la forma de reparación para cada tipo de patologías.
  
4. Es importante los trabajos de reparación a tiempo de las patologías de baja severidad que se presentan en la avenida en estudio, ya que a menor daño, más bajo es el costo de la reparación, extendiendo así su periodo de vida.  
Siendo responsabilidad directa de realizar estos trabajos de reparación a las autoridades competentes del distrito de Tambogrande – Piura.

## 5.2 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Revista “El Observador en la verdad”, edición N° 075 diciembre del 2012.
2. Mg. ALAN STEEL ANDÍA ROJAS REDES VIALES  
<http://asarhge5.blogspot.com/2009/07/las-redes-viales-y-su-importancia.html>
3. Tesis “Métodos de Rehabilitación en Pavimentos”, elaborada por, Marchan Moreno R, (2005).
4. Estudio denominado: “Pavimentos Flexibles. Problemática, Metodologías de diseño y Tendencias”, realizado en el Instituto Mexicano del Transporte, por Rico Rodríguez A, Téllez Gutiérrez R y otros. (1998).
5. Tesis “Análisis Comparativo de Costos entre el Pavimento Flexible y el Pavimento Rígido” Torres Ziri3n R, (2007), Guatemala.
6. “Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en la AV. Las Palmeras de Piura”, Gamboa Chich3n K. (2009), en la universidad de Piura.
7. Tesis “Determinación de las patologías en los pavimentos flexibles de las principales vías de la ciudad de Castilla del distrito de Castilla, provincia de Piura, departamento de Piura”, por el Br. Távara Elías D. (2010).
8. Urbanismo.com  
<http://www.urbanismo.com/pavimentos-flexibles/>
9. Rico y del castillo (1984), Pavimento flexibles.
10. Olivera (1994), pavimentos flexibles.

11. Civilgeeks.com <http://civilgeeks.com/2011/12/28/tipos-de-pavimentos/>
12. NORMA ASTM D 5340 Método de evaluación normalizado para la obtención del Índice de Condición de Pavimentos en aeropuertos (PCI).
13. Pavement Condition Index (pci) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Preparado por: Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela Manizales, febrero de 2002.
14. Consejo de directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica “Catalogo de deterioros en pavimentos flexibles.
15. Erp -Uladech

### 5.3 ANEXOS

#### 5.3.1 ANEXO N° 1 – Fotografías tomadas en la zona de estudio.

*GRAFICO No 33.* Vista panorámica de la cuadra 1



*Fuente:* Propia

*GRAFICO No 34.* Patologías de huecos en la cuadra 1



*Fuente:* Propia

**GRAFICO No 35.** Desprendimiento de Agregado y huecos en la cuadra 1



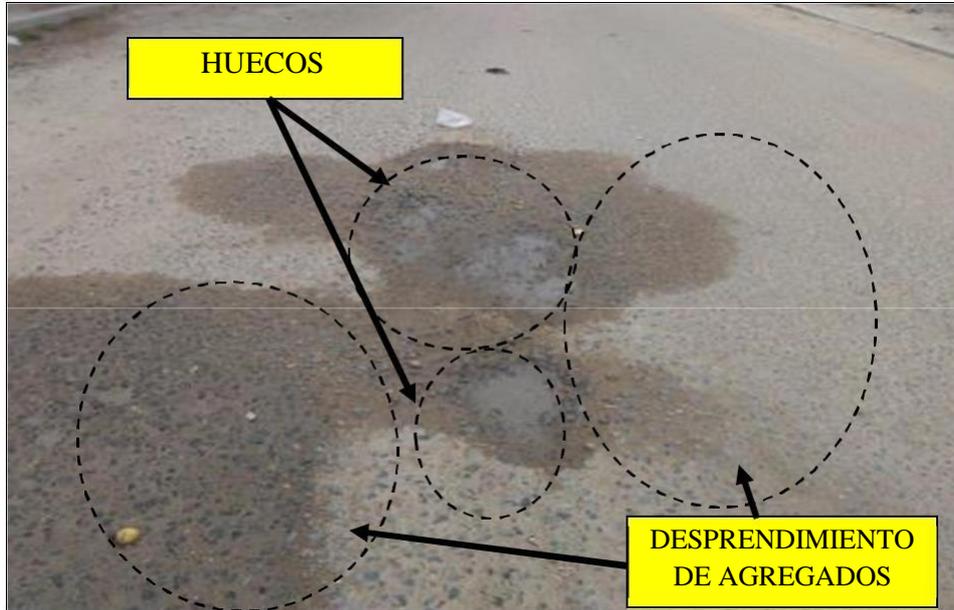
Fuente: Propia

**GRAFICO No 36.** Vista panorámica, cuadra 2



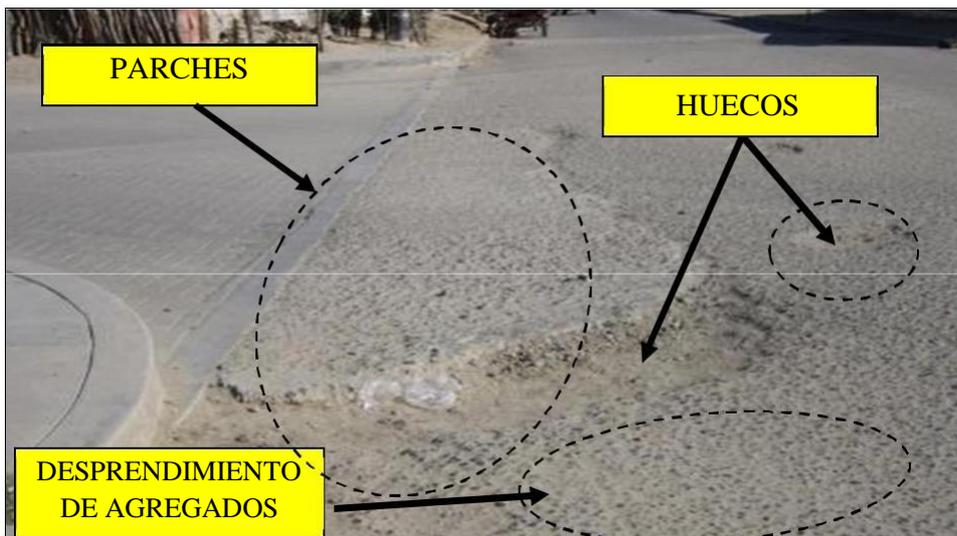
Fuente: Propia

**GRAFICO No 37.** Desprendimiento de Agregado y huecos en la cuadra 2



Fuente: Propia

**GRAFICO No 38.** Parches, huecos y desprendimiento de agregados en la cuadra 2.



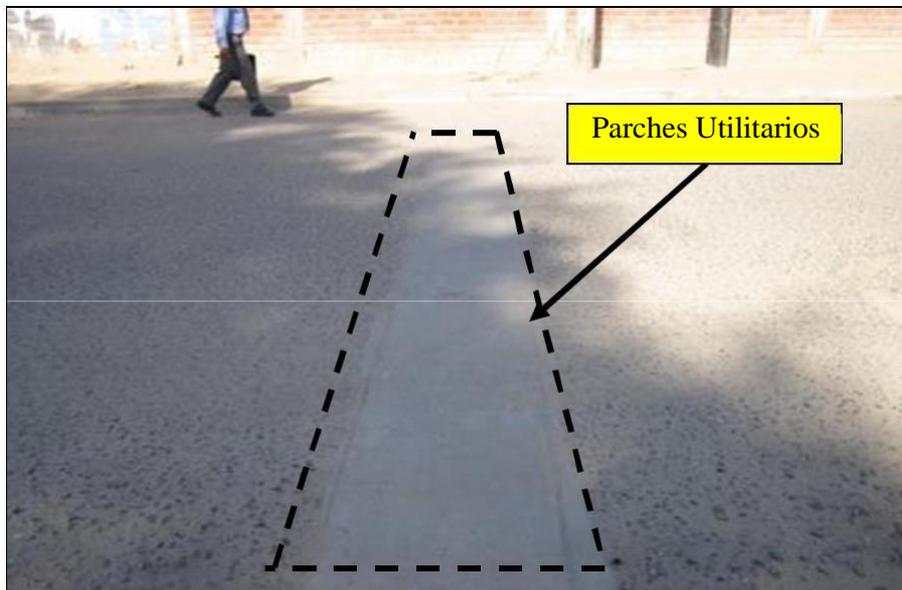
Fuente: Propia

**GRAFICO No 39.** Vista panorámica de la cuadra 3.



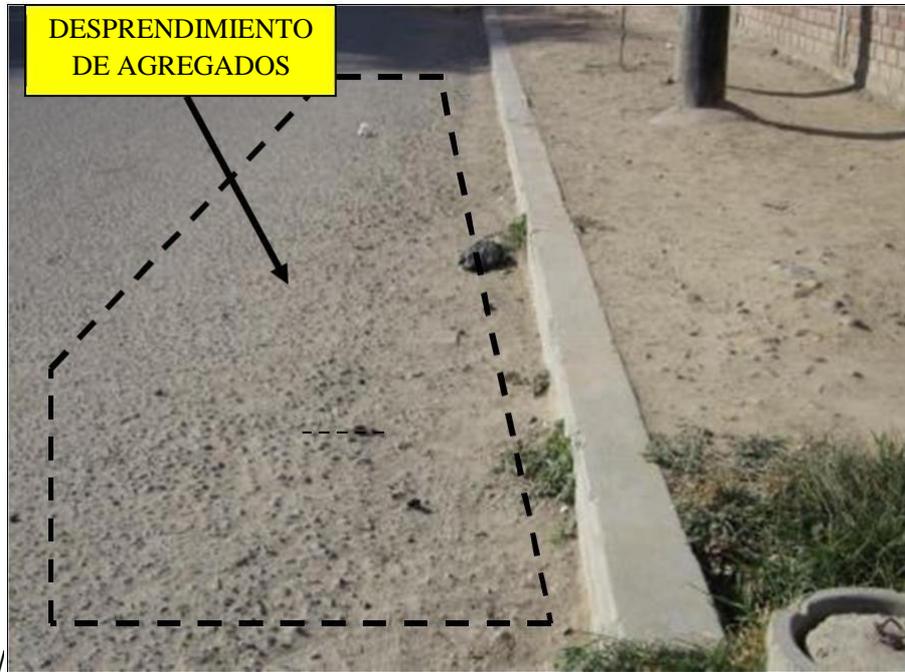
Fuente: Propia

**GRAFICO No 40.** Parches utilitarios en la cuadra 3



Fuente: Propia

**GRAFICO No 41.** Desprendimiento de Agregado en la cuadra 3



Fuente: Propia

**GRAFICO No 42.** Patología de Huecos en la cuadra 3



Fuente: Propia

**GRAFICO No 43.**

Desprendimiento de Agregado en la  
cuadra 3



Fuente: Propia

**GRAFICO No 44.** Vista Panorámica, cuadra 4



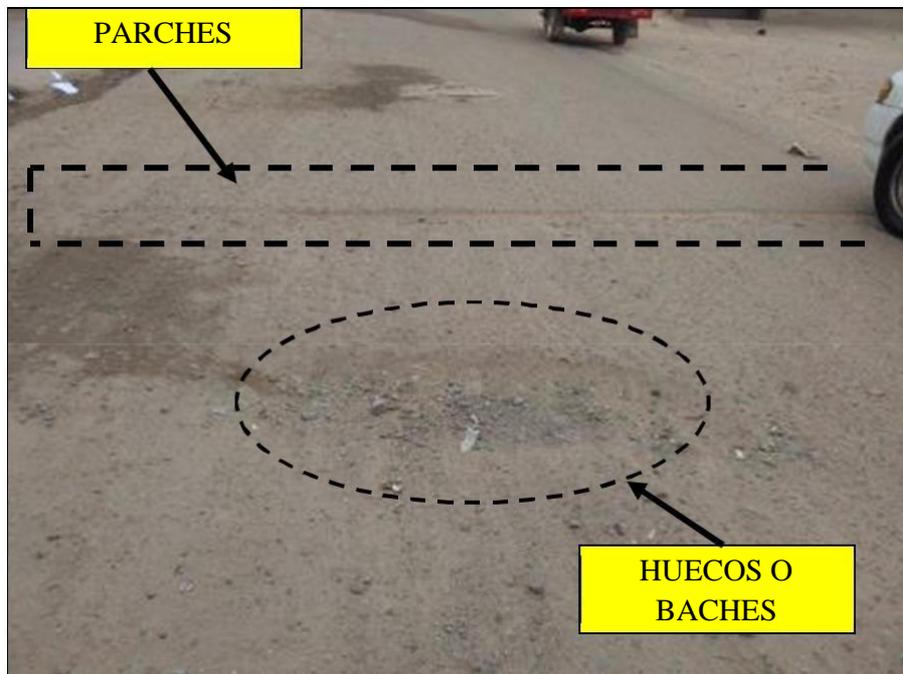
Fuente: Propia

**GRAFICO No 45.** Patología Parches, cuadra 4



Fuente: Propia

**GRAFICO No 46.** Desprendimiento de Agregado y huecos en la cuadra 4



Fuente: Propia

**GRAFICO No 47.** Vista panorámica de la cuadra 5



Fuente: Propia

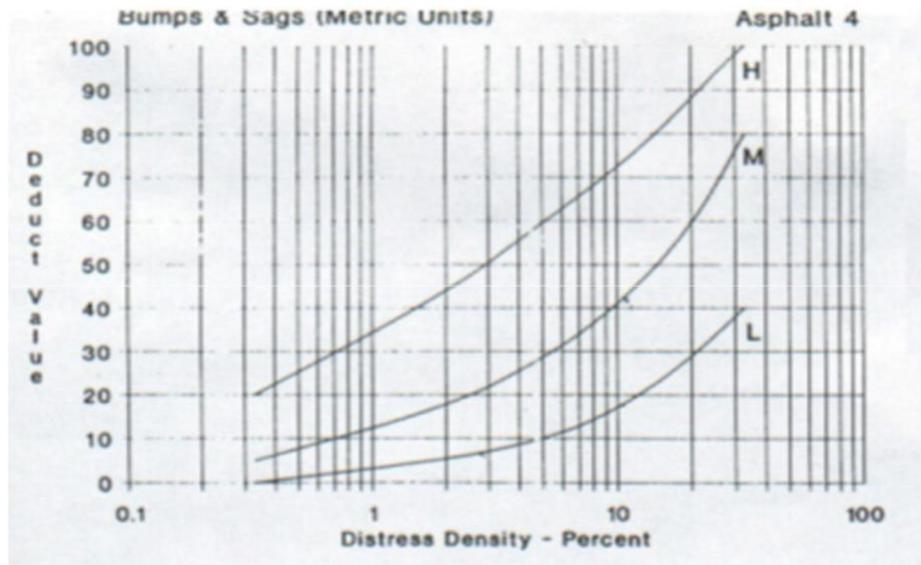
**GRAFICO No 48.** Desprendimiento de Agregado y huecos en la cuadra 5



Fuente: Propia

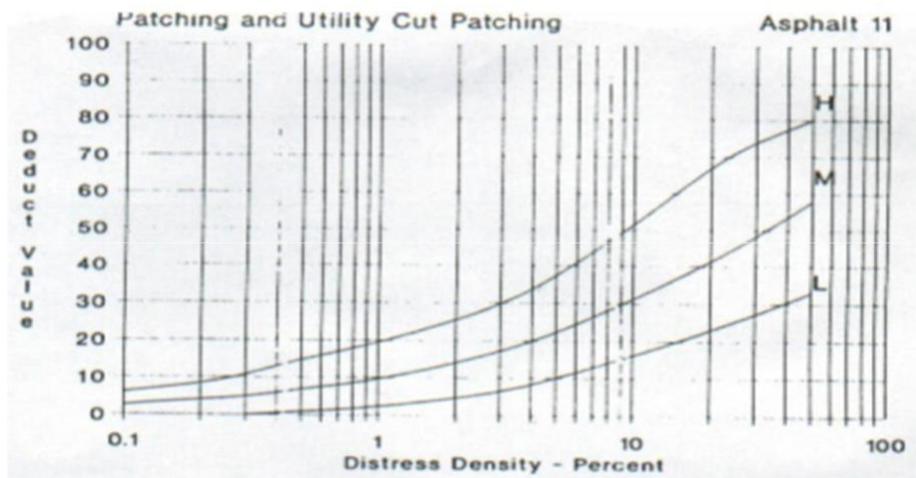
### 5.3.1 ANEXO N° 2 – Curvas para pavimentos Asfálticos.

**GRAFICO No 49.** Abaco para obtener la densidad de la patología abultamientos y hundimientos.



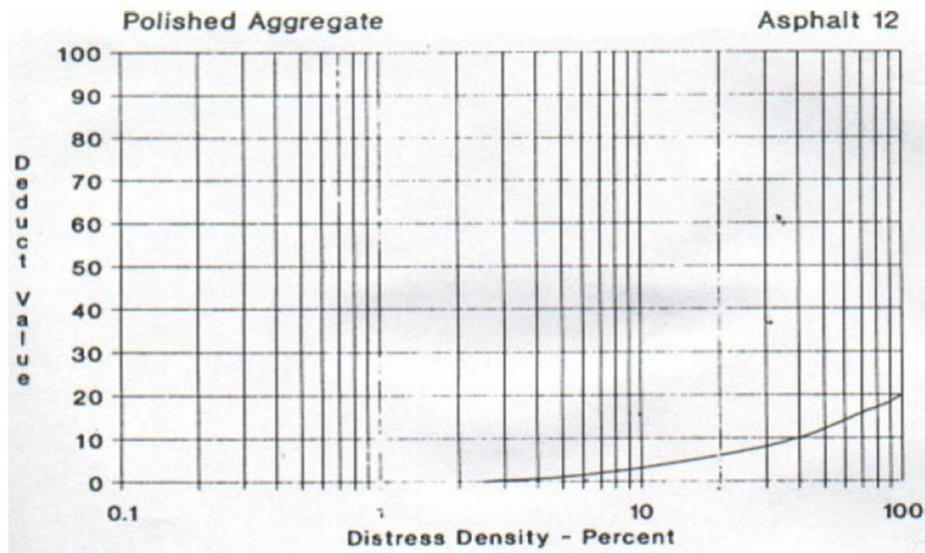
*Fuente:* Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 50.** Abaco para obtener la densidad de la patología Parcheo.



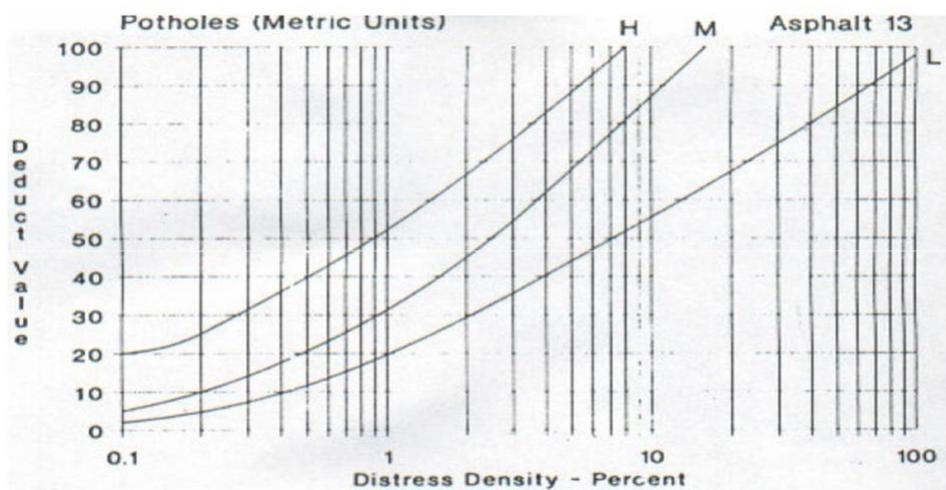
*Fuente:* Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 51.** Abaco para obtener la densidad de la patología Pulimiento de agregados.



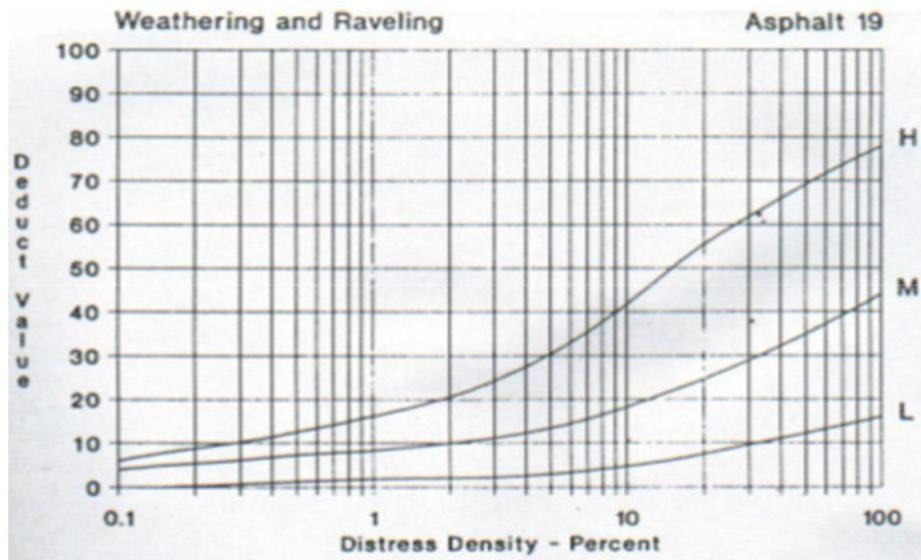
**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 52.** Abaco para obtener la densidad de la patología Huecos o Baches.



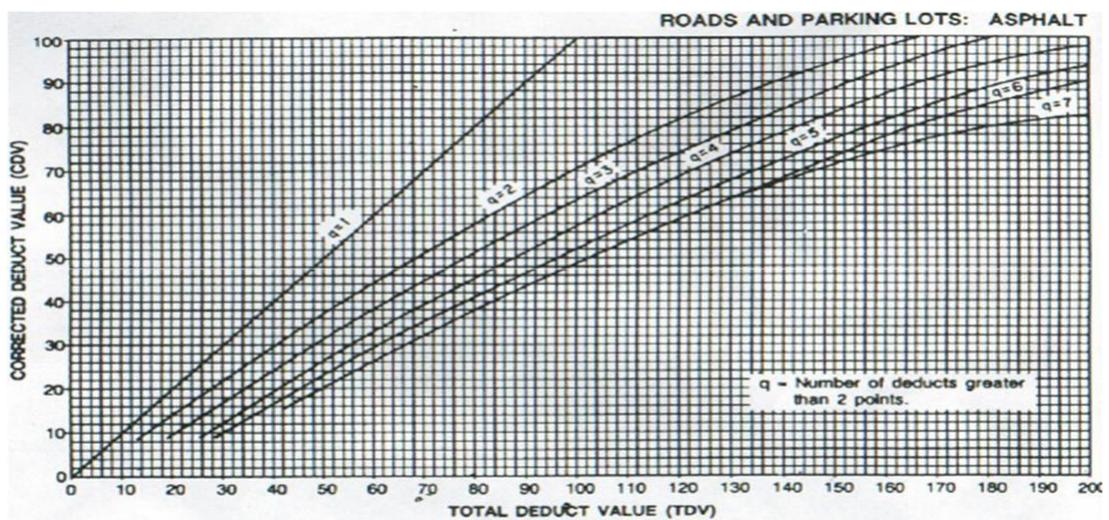
**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 53.** Abaco para obtener la densidad de la patología Desprendimiento de agregados.



**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

**GRAFICO No 54.** Abaco para obtener el valor de reducción corregido (VRC)



**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI), febrero de 2002. <sup>(13)</sup>

5.3.3. ANEXO N° 3 – Plano de ubicación y localización.

GRAFICO No 55. Plano de ubicación y localización.

