



**“UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LA  
SUPERFICIE DE RODADURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA  
CALLE SANCHEZ CERRO CIUDAD CAPITAL DEL DISTRITO DE  
MARCAVELICA, PROVINCIA DE SULLANA, REGIÓN PIURA -  
NOVIEMBRE 2015”**

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

---

**AUTOR:  
OSCAR JONATAN BENAVIDES QUEVEDO**

**ASESOR:  
JUAN ASALDE VIVES**

**PIURA – PERÚ  
2015**

## **JURADO CALIFICADOR**

~~Mgtr. MIGUEL ÁNGEL CHANG HEREDIA~~  
**PRESIDENTE DE JURADO**

~~ING. WILMER OSWALDO CÓRDOVA CÓRDOVA~~  
**MIEMBRO DEL JURADO**

~~ING. GILBERTO REGULO SANCHEZ GAMARRA~~  
**MIEMBRO DEL JURADO**

~~Mgtr. JUAN ASALDE VIVES~~  
**ASESOR**

## **Agradecimiento**

Agradezco a la UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE  
ULADECH - PIURA, por mi formación como persona y profesional, porque me  
hicieron crecer como persona y superar cada etapa en mi formación; y en  
especial al jurado evaluador de esta tesis.

## **Dedicatoria**

A Dios Todopoderoso por darme el ser y la sabiduría; siempre me ayudado a salir adelante, en todo momento. En especial en los más difíciles.

A mis padres , a mis hermanos y amigos por guiarme diariamente e impulsar el cumplimiento de mis metas como profesional en ingeniería civil.

## RESUMEN

Con el actual estudio de investigación se logró determinar el nivel de incidencia de las patologías del concreto del pavimento rígido en las calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana – Piura, con lo cual se examinó toda la calle que consta de una sola vía, analizándose in situ para poder obtener su incidencia de patologías del concreto.

Se recabo información utilizando una hoja de inspección para unidad de muestra analizando cuadra tras cuadra. En la hoja de inspección para la muestra se detalla el nombre de la calle, la única cuadra, cantidad de paños (Losas de concreto del pavimento), dimensiones de los paños, área total de la muestra, ubicación e incidencia de las patologías del concreto en el pavimento rígido. Con la información adquirida in situ se definió las incidencias de las patologías de concreto en el pavimento rígido de la calle en estudio.

Los resultados de la calle en estudio se encuentran en estado REGULAR obteniendo un índice promedio de condición de pavimento de 46 %, donde las patologías con mayor incidencia en las calles en estudio son pulimento de agregados, grietas lineales, descascaramiento de esquinas y grietas de esquina.

**Palabras clave:** Patologías del concreto, pavimento rígido.

## ABSTRACT

With the current research study it was determined the level of incidence of the pathologies of concrete rigid pavement in the street Sanchez Cerro district capital of Marcavelica province of Sullana city - Piura, which was discussed all Street consisting of a single track, analyzed in situ to obtain the incidence of concrete pathologies.

Information was collected using an inspection sheet for analyzing sample unit block after block. In the inspection sheet for displays the name of the street, one block, number of sections (slabs of concrete pavement), dimensions of the panels, total area of the sample, location and incidence of diseases concrete detailing on the hard pavement. With the information obtained in situ incidences of diseases on the hard concrete street pavement under study it is defined.

The results of the study are street in REGULAR been getting an average pavement condition index of 46%, where the pathologies with greater incidence in the streets under study are added polish, linear cracks, peeling corners and cracks corner.

**Keywords:** Pathologies of concrete, rigid pavement.

## CONTENIDO

1. TITULO DE LA TESIS
2. HOJAS DE FIRMAS DEL JURADO
3. HOJA DE AGRADECIMIENTO
4. HOJA DE DEDICATORIA
5. RESUMEN
6. ABSTRACT
7. CONTENIDO
8. INDICE DE GRAFICOS, TABLAS Y CUADROS
  - I. INTRODUCCION
  - II. REVISION DE LITERATURA
    - 2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES
    - 2.2. ANTECEDENTES NACIONALES
    - 2.3. BASES TEORICAS DE LA INVESTIGACION PAVIMENTOS PATOLOGIAS TIPOS DE PATOLOGIAS (PAVIMENTOS RÍGIDOS)
  - III. METODOLOGIA
    - 3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
    - 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA
    - 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES
    - 3.4. PLAN DE ANÁLISIS
    - 3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA
    - 3.6. PRINCIPIOS ETICOS
  - IV. RESULTADOS
    - 4.1. RESULTADOS
    - 4.2. ANALISIS DE RESULTADOS
  - V. CONCLUSIONES  
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS  
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS  
ANEXOS

## **I. INTRODUCCIÓN**

La condición actual de nuestras carreteras a nivel nacional presenta un gran índice de condición del pavimento que necesitan ser rehabilitadas, aunque existen otras vías que se encuentran en perfecto estado, en su mayoría se encuentran con muchas deficiencias en su construcción como patologías originadas por sus años de usos.

El distrito ecológico de Marcavelica cuenta con calles pavimentadas de concreto (pavimento rígido) y el centro de la ciudad tiene una de las calles principales del distrito como es la Sánchez Cerro de una sola vía y tramo; y cuenta con un promedio de 15 años de pavimentada.

En este sentido el presente trabajo se desarrollara aplicando la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento), para determinar un valor (de 0 a 100), el mismo que indicará su estado. La metodología de trabajo será del tipo evaluativo visual y a través de un formato de evaluación. Para el presente trabajo y por ser pavimentos que han sido diseñados por tráfico, se tomarán en cuenta patologías que se desprenden de factores como son calidad de agregados, procedimiento constructivo, efecto temperatura y que son grietas, descascaramientos, escala, pulimento de agregados, parches, entre otros.

En este trabajo se analizará la causa del daño, severidad del mismo y cantidad o densidad. De allí la importancia de la investigación para evaluar

su estado del pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Los Ingenieros Civiles Carlos Andrés Duque Sanabria y Jaime Tibaquirá García<sup>3</sup>, en su estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de granada departamento del meta, de Bogotá – Colombia, nos demuestran que el pavimento rígido se construye haciendo uso de bases y sub-bases granulares, que al no fundarse debidamente no ofrecen el mejor comportamiento en cuanto a la resistencia en las vías, presentando problemas tales como asentamientos, fisuras del pavimento, mala capacidad de soporte, entre otros, siendo una de las principales causas de deterioro en las vías. En el momento en que la vía falle, se debe realizar un estudio o diagnóstico para determinar que causo dicha falla.

Así mismo, los ingenieros civiles Carlos y Jaime nos muestran las siguientes imágenes en su estudio de la vía del municipio de granada departamento del meta, Bogotá – Colombia, en la cual la vía se ve reflejado un fracturamiento en las losas paralelo al eje de vía dividiendo la losas en dos planos (subdivisión de losas) y se repite en veinte (20) de las cuarenta y nueve losas (49).



**Gráfico N°01: Fisuración longitudinal.**



**Gráfico N°02: Fracturamiento en las losas**

Ricardo Javier Miranda Rebolledo Valdivia en su tesis; “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos” – Valdivia Chile 2010<sup>4</sup>, nos indica lo siguiente:

“Este trabajo de titulación incluye una descripción de los tipos de pavimentos existentes para la construcción de caminos, mostrarlos diferentes tipos de deterioros que se presentan en un pavimento, sus diferentes causas a través de su construcción o a lo largo de los años, se plantea además los tipos de técnicas de reparación aplicadas en obras de pavimentación, mostrando sus procesos constructivos acompañado de un registro fotográfico para la mayor comprensión del proceso”.



**Gráfico N°03: Calle General Lagos casi Esq. Bueras. (Valdivia Chile)**



**Gráfico N°04: Calle Picarte frente al greco. (Valdivia Chile)**

Camiri.net<sup>5</sup> en su portal muestran las imágenes de la vía, mencionando que la fisuración longitudinal es por una fallida compactación construido por el Municipio de Camiri, Bolivia, se Observan las grietas a pesar que esta calle no es de alto tráfico. 25-12-13<sup>5</sup>



**Gráfico N°05: Fisura longitudinal, calle del municipio de Camiri, Bolivia**

Los profesionales del Colegio de Arquitectos de Chuquisaca y la Cámara de la Construcción (CADECO)<sup>6</sup> – Bolivia, declaran que los problemas en la vía se debe a una imperfecta compactación del terreno de fundación de la avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz en el departamento de Chuquisaca – Bolivia



**Gráfico N°06: Avenida Marcelo Quiroga Santa Cruz en el departamento de Chuquisaca – Bolivia**

## 2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

a) El MTC<sup>7</sup> en su estudio definitivo de la rehabilitación y mantenimiento de la carretera Chanchamayo – Villarica tramo: pte. Raither - pte. Paucartambo – Villarica, nos demuestra que la carretera tiene una longitud de 39.401 kilómetros, y se encuentra ubicado en los Departamentos de Junín, Provincia de Chanchamayo, y el Departamento de Pasco, Provincia de Oxapampa.

El MTC hace hincapié que la carretera tiene más de 10 años de construida y actualmente viene soportando un tránsito mayor del previsto, soportando vehículos de mayor tonelaje en forma más continua, lo que está causando un deterioro en sus estructuras, por lo cual es necesarios tomar las medidas del caso para evitar mayores reparaciones.

b) El estudio definitivo para el mantenimiento periódico de la red vial nacional Tramo: Puente Montalvo – Puente Camiara<sup>8</sup> del MTC se inicia pasando el Puente Montalvo en la señal informativa ubicada al

lado izquierdo en el Km. 1139+795 de la Panamericana Sur “Puente Montalvo Carga 36 Tn. Luz 33 mt”, en el distrito de Moquegua, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, aproximadamente a 1400 m.s.n.m.; y finaliza pasando el Puente Camiara en la señal informativa ubicada al lado izquierdo de la vía en el Km. 1213+050, en el distrito de Locumba, provincia de Jorge

Basadre, departamento de Tacna, aproximadamente a 570 m.s.n.m; con una longitud total de 73.2 Km.

El objetivo del MTC en el estudio es definir los trabajos de mantenimiento periódico que requiere la infraestructura vial en cada sector del tramo, especificando el tipo de tratamiento a aplicar, la oportunidad de su aplicación y el presupuesto requerido, seleccionando a la vez la alternativa óptima que maximice la rentabilidad de los recursos financieros empleados. Como parte de las soluciones a plantear, se incluye las reparaciones necesarias en la infraestructura vial, y todos los trabajos de mantenimiento rutinario que sea necesario ejecutar previo a la aplicación del mantenimiento periódico recomendado, tales como sellos, tratamientos de fisuras, bacheos, etc.

Para nuestro caso peruano existen investigaciones sobre la utilización de la metodología del PCI (Índice de Condición de Pavimento) para pavimentos como son:

**Rodríguez Velásquez., E** (Año 2009) en su Tesis: “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla” Universidad de Piura. Concluye que existe un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más

adecuada al estado del pavimento en estudio. Además concluye: El 37% del total de unidades demuestrales 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 demuestrales 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). Porcentaje de unidades demuestrales con un estado de pavimento muy malo, malo, regular, bueno y muy bueno.

## **ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MANTENIMIENTO PERIÓDICO DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE SANTA ROSA – PUENTE MONTALVO**

Este documento contiene el método utilizado para la evaluación del deterioro del pavimento, y los resultados del mismo realizado al pavimento de la Carretera Panamericana Sur, entre los Km. 1041+600 (Puente Santa Rosa) y el Km. 1139+795 (Puente Montalvo), como parte de la contraprestación de los servicios para los Estudios de Mantenimiento Periódico del pavimento, a cargo del Consorcio Montalvo.

Los trabajos se han realizado de acuerdo a los Términos de Referencia del estudio y forman parte del capítulo de Inspección y Evaluación de la Zona del Proyecto.

Este método permite la determinación de la condición del pavimento a través de una evaluación visual, usando el índice de condición del pavimento (PCI) que es un índice numérico de la condición del pavimento cuyos rangos varían desde 0 hasta 100 siendo esta última la mejor condición posible.

### **2.3. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

Hace tiempo atrás, se pensaba que construir un pavimento rígido, implicaba largos tiempos de ejecución, estructuras de carpetas esbeltas, grandes cantidades de acero de refuerzo y superficies de rodamiento, que con el paso de los años, podrían causar desparramamiento de los vehículos. De lo manifestado anteriormente los expertos designados a este fin, han diseñado y asesorado a los constructores de acuerdo a las necesidades particulares de cada proyecto, en los cuales se cuida cada detalle con el fin de lograr eficiencia en los recursos y garantizar la confortabilidad y seguridad del usuario. A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los elementos que conforman el pavimento rígido.

### **a) SUBRASANTE**

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

### **b) SUBBASE**

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura del pavimento, en consecuencia; la capa de la subrasante puede soportar absorbiendo variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. Por lo tanto ésta capa controlará los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Además trabaja como capa de drenaje y controla la ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares.

### **c) SUPERFICIE DE RODADURA**

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base. En general, se puede indicar que el concreto hidráulico distribuye mejor las cargas hacia la estructura de pavimento.

### **TIPOS DE PAVIMENTO DE CONCRETO**

#### **a) CONCRETO HIDRÁULICO SIMPLE**

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

#### **b) CONCRETO HIDRÁULICO REFORZADO**

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

#### **c) CONCRETO HIDRÁULICO REFORZADO CONTINUO**

Tiene armadura continua longitudinal y no tiene juntas transversales, excepto juntas de construcción. La armadura transversal es opcional en este caso. Estos pavimentos tienen más armadura que las juntas

armadas y el objetivo de esta armadura es mantener un espaciado adecuado entre fisuras y que éstas permanezcan cerradas.

#### **d) CONCRETO PRESFORZADO**

En los pavimentos presforzados su desarrollo es limitado y la primera experiencia es en el aeropuerto de Orly (París – 1948) se diseñan y construyen sin juntas transversales de contracción y expansión excepto al llegar a un cruce o a una estructura fija, estos pavimentos son de tecnología muy avanzada, y su diseño trata de compensar su costo vs. Disminución de espesor.

### **IMPORTANCIA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

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

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

La regularidad o rugosidad superficial es la característica más percibida por el usuario ya que afecta la calidad de la rodadura. Se

relaciona con los efectos de las vibraciones, tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar a las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y consumo de energía. La comodidad depende principalmente del vehículo y del perfil longitudinal de la carretera.

La textura de un pavimento es un parámetro crítico en la comodidad y seguridad de los usuarios y necesario para la conservación de carreteras, este parámetro influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interface rueda pavimento y de forma indirecta en el valor del coeficiente de rozamiento del pavimento, que tiene gran importancia para la adecuada adherencia entre la rueda y el pavimento.

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

Por otro lado, el efecto de superposición más conocido, aunque difícil de cuantificar, es el crecimiento exponencial del daño en el pavimento debido a que las cargas dinámicas se incrementan con la mala regularidad superficial. Es decir, un mismo eje de 13 Tn es mucho más “agresivo” para el pavimento en un tramo de mala regularidad que en otro en buen estado. La inversa también suele

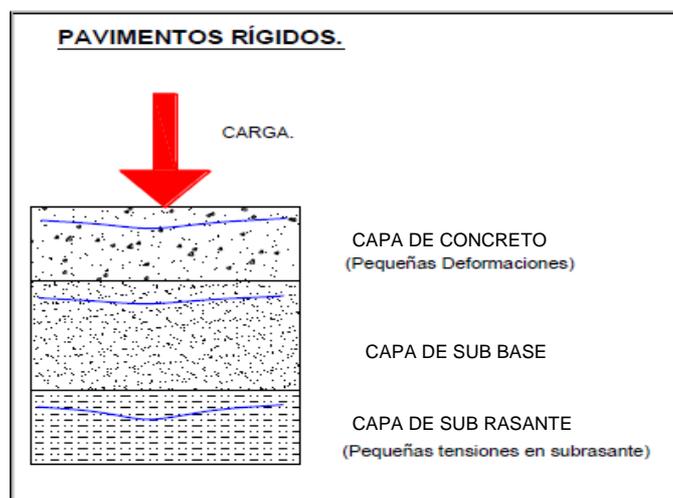
ser cierta, un tramo de mala regularidad presenta, muy probablemente, un estado estructural deficiente.

En general, el comportamiento estructural de un pavimento se relaciona con su condición física, esto es, con la ocurrencia de agrietamientos, fallas, peladuras, u otras situaciones que podrían afectar exclusivamente la capacidad de soporte de la estructura del pavimento o en todo caso requerir mantenimiento.

### **COMPARACIÓN ENTRE UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y UNA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RÍGIDO**

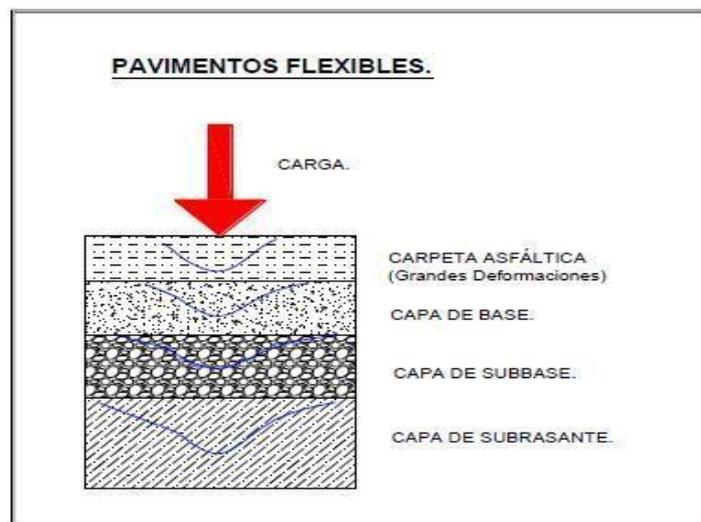
En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante (ver gráfico):

#### **GRAFICO N° 7: DEFORMACIONES EN PAVIMENTOS RÍGIDOS**



En cambio, en un pavimento flexible, la superficie de rodadura al tener menos rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante. (ver gráfico):

### GRAFICO Nº 8: DEFORMACIONES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES



### MANUAL DE DAÑOS DEL PCI (PATOLOGÍAS)

Dentro del manual de las patologías en pavimentos rígidos y flexibles, de acuerdo con el método del índice de condición de pavimentos PCI, tenemos:

- 1.- PIEL DE COCODRILO.
- 2.- EXUDACION.
- 3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE.
- 4.- ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTOS.
- 5.- CORRUGACIÓN.

- 6.- DEPRESION.
- 7.- GRIETA DE BORDE.
- 8.- GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA.
- 9.- DESNIVEL CARRIL / BERMA.
- 10.- GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.
- 11.- PARCHEO.
- 12.- PULIMENTO DE AGREGADOS.
- 13.- HUECOS.
- 14.- CRUCE DE VIA FERREA.
- 15.- AHUELLAMIENTO.
- 16.- DESPLAZAMIENTO.
- 17.- GRIETAS PARABOLICAS.
- 18.- HINCHAMIENTO.
- 19.- METEORIZACION / DESPRENDIMIENTO  
DE AGREGADOS.
- 20.- BLOWUP – BUCKLING.
- 21.- GRIETA DE ESQUINA.
- 22.- LOSA DIVIDIDA.
- 23.- GRIETA DE DURABILIDAD.
- 24.- ESCALA.
- 25.- DAÑO DE SELLO DE JUNTA.
- 26.- GRIETAS LINEALES (LONGITUDINALES,  
TRANSVERSALES Y DIAGONALES).
- 27.- PARCHEO GRANDE
- 28.- PARCHE PEQUEÑO.
- 29.- POPOUTS.
- 30.- BOMBEO.
- 31.- PUNZONAMIENTO.

- 32.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO.
- 33.- GRIETAS DE RETRACCION.
- 34.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINAS.
- 35.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.

## **DESCRIPCION DE PATOLOGIAS**

### **➤ ESCALA**

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

- Asentamiento debido una fundación blanda.
- Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
- Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.

### **➤ GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)**

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de

longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

### ➤ **GRIETA DE ESQUINA**

Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

### ➤ **PULIMENTO DE AGREGADOS**

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie

es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

### ➤ **DESCASCAMIENTO DE ESQUINA**

Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascamiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascamiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

### ➤ **DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO**

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una

profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

## **EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos son estructuras diseñadas para que el usuario tenga seguridad y comodidad al transitar, esto significa que el pavimento debe tener un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada. La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre.

## **IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS**

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

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

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

### **OBJETIVIDAD EN LA EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS**

La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

No siempre se pueden obtener mediciones o índices que cumplan con la condición para comparar dos proyectos debido al sesgo intrínseco de la toma de decisiones, produciéndose una desviación entre la realidad y lo expresado por las muestras. La desviación que ocurre puede deberse a dos causas principales:

- Variabilidad de las unidades, debido a que las unidades son la base para los análisis que se realizarán.
- Diversidad de la respuesta dentro de cada unidad, esto porque se relaciona a la Habilidad de la eventual rehabilitación.

## **SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS**

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad. Se debe establecer el Inventario de Pavimentos. Es decir, los pavimentos se separan definiéndose los siguientes conceptos:

**RED:** El conjunto de pavimentos a ser administrados (cada Calle es una red).

**RAMA:** Parte fácilmente identificable de la red (p. ej.: Cuadra).

**SECCIÓN:** La menor unidad de administración con características homogéneas (p. ej.: tipo de pavimento, estructura, historia de construcción, condición actual, etc.).

## **DETERMINACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA EVALUACIÓN**

El PCI en la “Evaluación De Una Red” 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, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N s^2}{\left[ (e^2 / 4) * (N - 1) + s^2 \right]}$$

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%)

s: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI 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:

α) El intervalo de muestreo (i) se expresa mediante la Ecuación

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

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)

β) 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.

## **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. 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.

## **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:

- **Equipo**

Odómetro 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.

- **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.

El equipo de inspección deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en el pavimento inspeccionado.

## **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.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño de la investigación se grafica de la siguiente manera:



#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

##### POBLACIÓN

Para la presente Investigación la población está dada por la delimitación geográfica de la capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.

##### MUESTRA

Se seleccionará toda la calle Sánchez Cerro del distrito del Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.

#### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

A continuación se presenta una tabla de la operacionalización de las variables del proyecto de tesis:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Determinación de las patologías de concreto de la superficie de rodadura de pavimento rígido en la calle Sánchez Cerro ciudad capital distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.	Es la determinación de los niveles de incidencia de las patologías de concreto de la superficie de rodadura de pavimento rígido en la calle Sánchez Cerro ciudad capital distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.	Tipos de patologías que se presentan en la superficie de rodadura de pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana región Piura y son:  Grietas de esquina  Grietas longitudinales  Grietas transversales  Pulimiento de agregados	Nivel de incidencia	Clase de daño  Tipo de daño  Forma de daño  Nivel de severidad  Densidad  Low  Medium  High

### 3.4. PLAN DE ANÁLISIS

Se utilizó la Evaluación Visual y toma de datos a través de ficha técnica (ANEXO 2) como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido.

La evaluación de la condición incluye los siguientes equipos y aspectos:

- Odómetro 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.

### 3.5. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Se presenta a continuación la matriz de consistencia:

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	ESTRATEGIA
Determinación de las patologías del concreto de la superficie de rodadura del pavimento rígido en la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura - noviembre 2015	¿En qué medida la determinación de las patologías del concreto de la superficie de rodadura del pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura; nos permitirá obtener un índice de condición del pavimento?	Determinar las patologías del concreto de la superficie de rodadura del pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.	Las patologías en el concreto influyen en los niveles de deterioro de la superficie de rodadura del pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura.	<b>VI:</b> Niveles de incidencia de las patologías en el concreto.  <b>VD:</b> Pavimento rígido de la calle Sánchez cerro del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana.	método descriptivo  teórico-observación

### **3.6. PRINCIPIOS ÉTICOS**

El presente proyecto de investigación se enmarca dentro de los pilares básicos del respeto a la persona humana, es decir, los derechos de autor respecto a las investigaciones realizadas tomadas para la presente tesis; así como la responsabilidad ética que implica los resultados de la investigación a realizar y que luego se pondrán a disposición de la población estudiantil de la universidad y de la sociedad.

Se ha tomado información de bibliografía tal igual como los autores han referido e información de internet siguiendo los protocolos de autoría, prevaleciendo los derechos de responsabilidad y ética profesional.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS

La determinación de los resultados se realizó tomando en consideración la ubicación del área de estudio de la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura, para ello se aplicó la metodología del PCI utilizando cuadros para el desarrollo de la información.

Los cuadros que se desarrollan en la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana; consisten en lo siguiente:

- El primer cuadro es una hoja de inspección de datos de ubicación y de cantidad tanto en número y área, así mismo la determinación de las patologías y su ubicación en el área de trabajo, además de la cuantificación de las patologías según corresponda.
- El segundo cuadro se refiere a los ábacos donde se ubican los niveles de cada patología y las características establecidas las cuales alimentan el cuadro anterior, de la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana y región Piura.

- El tercer cuadro da referencia a los cálculos orientados desde el cuadro uno para ubicarlos en el Abaco general y establecer el PCI final de las cuales alimentan el cuadro anterior, de la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana y región Piura.

## **4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A continuación se presenta las tablas de la investigación:



## FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

### FICHA TÉCNICA DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

CALLE O AVENIDA:	CALLES ÁNCHEZ CERRO						
LUGAR:	CIUDAD CAPITAL DE MARCAVELICA		NUMERO DE PAÑOS	200			
DISTRITO:	MARCAVELICA	PROVINCIA:	SULLANA	REGIÓN:	PIURA	FECHA:	NOVIEMBRE
UNIVERSIDAD:	UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES CHIMBOTE			EVALUACION:	Bach BENAVIDES		

TIPO DE FALLA				
1	GRIETA DE ESQUINA	3	PULIMENTO DE AGREGADO	
2	GRIETAS LINEALES	4	DESCASCAMIENTO DE JUNTA	
<b>L:</b>	<b>LOW</b>	<b>M:</b>	<b>MEDIUN</b>	<b>H: HIGH</b>
TIPO DE SEVERIDAD FALLA	NUMERO DE LUSAS	DENSIDAD	VALOR DE REDUCCION	
1	M	10	5.00%	25
2	M	14	7.00%	14
3	L	6	3.00%	14
3	M	13	6.50%	5
4	M	12	6.00%	5
			27.50%	

DIAGRAMA DE LOSA						
	1M,4M	3M			1M,4M	2M,4M
	3M	2M			4M	
	1M	3M			2M	2M
	3M	3M			2M	3L
	1M,3M	3M			3L,4M	1M,3L
	4M	1M			2M	2M
	2M,4M	4M			3M,4M	3M
	2M	1M			3M	3M
	3L	2M,4M			2M,3M	2M
	3L	3L			2M,4M	3M
	3L	2M,4M				1M
		1M				

# ABACOS DE PATOLOGIAS DEL PCI

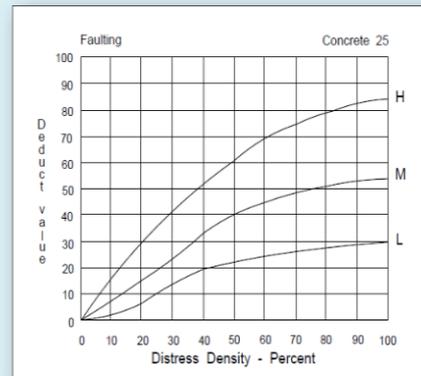
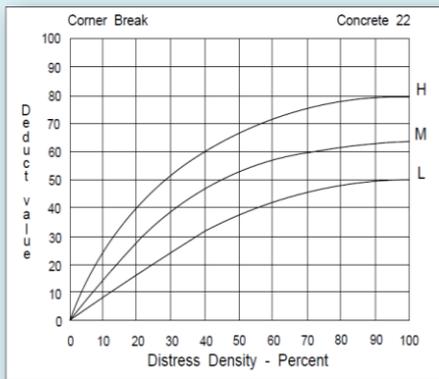
## PATOLOGIAS DEL PAVIMENTO

CALLE O AVENIDA

CALLE SÁNCHEZ CERRO

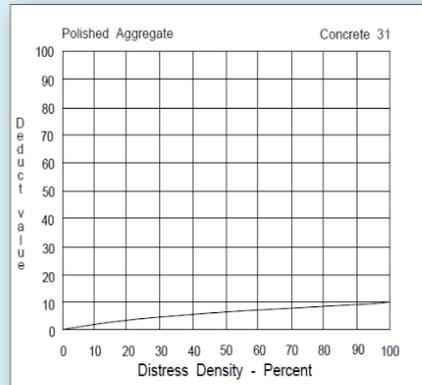
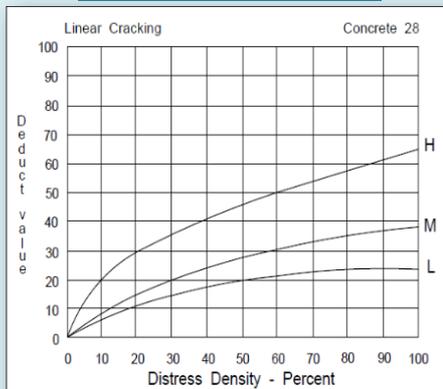
GRIETA DE ESQUINA

DESCASCARAMIENTO



GRIETAS LINEALES

PULIMIENTO DE AGREGADOS



# CALCULO DEL PCI

## CALCULO DEL VRC

CALLE SÁNCHEZ CERRO

MARCAVELICA

### DETERMINACION DEL NUMERO MAXIMO DE FALLAS PERMITIDAS (m)

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

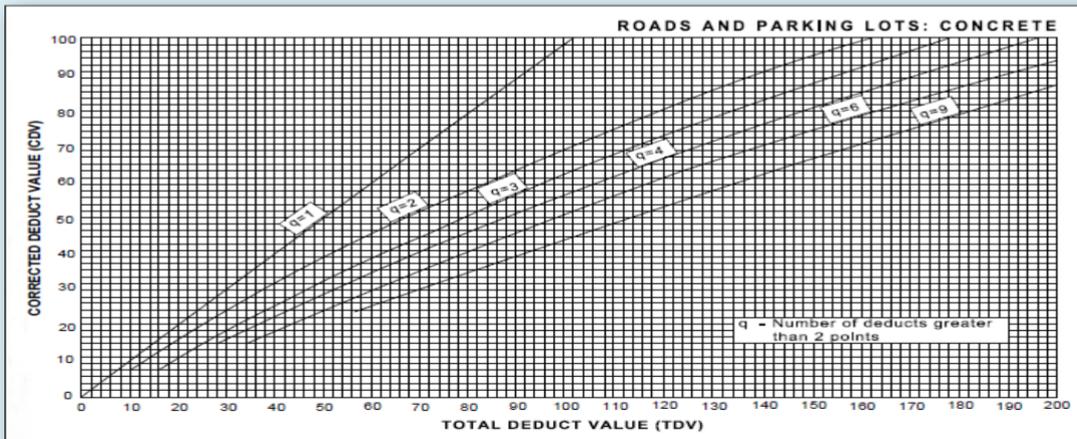
Donde:

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

VAR = Valor individual mas alto de VR

$$M = 8.10$$

#	VALOR DE REDUCCION										TOTAL	q	VRC
	25	25	14	14	5	5	5	0	0	0			
1	25	25	14	14	5	5	5	0	0	0	93	4	54
2	25	14	10	10	5	5	0	0	0	0	69	3	48
3	14	14	10	10	5	0	0	0	0	0	53	2	39
4	10	10	5	5	0	0	0	0	0	0	30	1	32



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

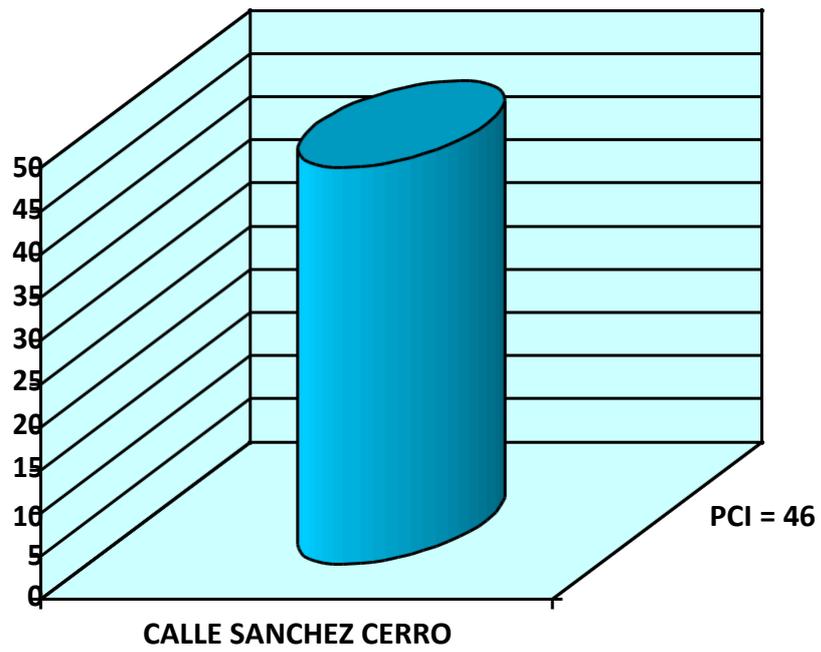
Máximo VRC 54

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100 - 54 = 46

Clasificación = Regular

**GRAFICA DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LA CALLE SÁNCHEZ CERRO - MARCAVELICA**



## V. CONCLUSIONES

Se concluye que:

El nivel de incidencia de las patologías del concreto en el pavimento rígido de la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura; fueron: **pulimento de agregados, grietas lineales, descascaramiento de esquinas y grietas de esquina.**

**El índice promedio de condición de pavimento**, para la calle Sánchez Cerro ciudad capital del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana, región Piura; fue de 46 % y en concordancia con la escala de evaluación del índice de condición del pavimento su estado de conservación de **REGULAR.**

## ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

- Se recomienda que se renueve todo el pavimento a lo largo de toda la calle Sánchez Cerro, del distrito de Marcavelica, provincia de Sullana y región Piura por encontrarse en un estado regular.
  
- La presente investigación sirva para que las autoridades tomen conciencia y se elabore un plan de mantenimiento de calles y avenidas del centro de la ciudad capital del distrito de Marcavelica, mantenimiento del tipo preventivo y correctivo de manera inmediata a la calle en estudio.
  
- También se recomienda realizar la rehabilitación parcial de la avenida sobre todo en el tratamiento superficial del pavimento de concreto y no siga empeorándose su estado o calidad por tener un alto contenido de pulimento de agregados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann (2007). "Deterioro de Pavimentos Rígidos." Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones. Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua.
2. Consejo de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica (2002). "Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos". Colección de Documentos, Volumen No. 12. Chile.
3. Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (MOP-001-F-2002), "Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes del MTOP". Ecuador.
4. Ing. Sergio Navarro Hudiel. "Concreto Presforzado"  
<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/concreto-presforzado.pdf>.
5. Instituto Ecuatoriano del Cemento y del Hormigón INECYC (2010). Seminario Internacional "Diseño y Construcción de Carreteras con Hormigón Hidráulico". Quito – Ecuador.
6. Manual de diseño de pavimentos concreto en vías con altos y medios volúmenes de tránsito. Instituto nacional de vías, 1997.

7. AASHTO, GUIDE FOR DESIGN OF PAVIMENT STRUCTURES.  
Washington, D.C, American association of state highway and transportation officials, Año 1993.
8. Norma ASTM D 5340 método de evaluación normalizado para la obtención del índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI)
- 9 . Shahin Mohamed y Pavement Management for airports, road and parking lots. Chapman & hall. New York. USA. 1994.
10. Benavides, Carlos Alberto; murgueitio, Alfonso y solano, Efraín.  
Diseño estructural de pavimentos, Depav. Popayán: universidad del cauca, 1994.
11. Ing. Milton Rodrigo Torres Espinoza (2010). "Pavimentos de Carreteras". Quito- Ecuador.

# ANEXOS

## ANEXO N° 01: FOTOGRAFIAS DE LA CALLE SÁNCHEZ CERRO

--	--

**FOTOS**



Grieta de Esquina N° 01

**FOTOS**



Grieta de Esquina N° 02



Grieta Longitudinal N° 01



Grieta Longitudinal N° 02



Grieta Longitudinal N° 03



Grieta Longitudinal N° 04



Grieta Longitudinal N° 05



Grieta de esquina en la Calle Sánchez Cerro



Pulimento de agregados Nº 01



Pulimento de agregados Nº 02