



FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA  
MEJORAR LA PROGRAMACIÓN DE INTERVENCIONES EN LA  
CARRETERA CANCHAQUE - HUANCABAMBA (Km. 80+000 a Km.  
115+000), PIURA, 2016

Tesis para obtener el Título profesional de:  
INGENIERO CIVIL

Autor:

JHONY AMILCAR SALAS AVILA

Asesor:

Mg. Ing. FÉLIX DELGADO RAMIREZ

Línea de Investigación:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2017

Jurado calificador:

**Presidente**

:



**Dr. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga**

**Miembro**

:



**Mg. Rodolfo Ricardo Marquina Callacna**

**Miembro**

:



**Mg. Ing. Félix Delgado Ramírez**

*A mi esposa Sonia y a mis hijos:  
Marcelo, Alvaro y Luciana, por su  
inmenso e invaluable amor y que  
cada día me permite ser mejor esposo  
y mejor padre.*

*Un sincero agradecimiento al jurado calificador por sus aportes y sugerencias, a mi asesor, a la Prof. Teresa Gonzáles por su importante apoyo y a todos los docentes de la UCV que impartieron sus conocimientos durante estos años de estudio, para poder lograr el objetivo trazado de otra especialidad ingenieril.*

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Jhony Amilcar Salas Avila, identificado con DNI N° 29270766, con la finalidad de dar cumplimiento con las disposiciones establecidas y vigentes en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que adjunto es enteramente verás y auténtica.

Igualmente, también declaro bajo juramento que toda la información y datos que se adjuntan en la presente tesis son veraces y de entera autenticidad.

En tal sentido, mi persona asume toda la responsabilidad que corresponda ante cualquier acto de falsedad, datos ocultos u omisión, tanto de la documentación como de la información contenida, para lo que me someto a lo establecido en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Setiembre del 2017

Jhony Amilcar Salas Avila

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado Calificador, presento ante Uds. el estudio titulado: “EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR LA PROGRAMACIÓN DE INTERVENCIONES EN LA CARRETERA CANCHAQUE – HUANCABAMBA (Km. 80+000 al Km. 115+000), PIURA, 2016”, para dar cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, y poder optar el Título profesional de Ingeniero Civil, esperando sea conforme con los requisitos de aprobación.

Atentamente,

El autor

## ÍNDICE

	Pág.
CARÁTULA	I
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVIII
<b>CAPÍTULO I</b>	20
<b>INTRODUCCIÓN</b>	21
1.1. Realidad problemática	21
1.2. Trabajos previos	26
1.3. Teorías relacionadas al tema	33
1.3.1 Marco teórico	37
1.3.2 Marco conceptual	48
1.4. Justificación del estudio	52
1.5. Formulación del problema de investigación	56
1.6. Objetivos	57
1.7. Hipótesis	58
<b>CAPÍTULO II</b>	59
<b>MÉTODO</b>	60
2.1 Método de investigación	60
2.2 Diseño de investigación	60
2.3 Tipo de investigación	60
2.4 Nivel de investigación	61

<b>CAPÍTULO III</b>	62
<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	63
3.1. Variable Independiente	63
3.2 Variable Dependiente	64
3.3 Operacionalización de variables	65
3.4. Población y Muestra	66
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	67
3.6. Métodos de análisis de datos	68
3.7. Aspectos éticos	69
3.8 Matriz de consistencia	69
<b>CAPÍTULO IV</b>	71
<b>RESULTADOS</b>	72
4.1. Descripción del proyecto vial	72
4.2. Evaluación superficial del pavimento	74
4.2.1 Evaluación PCI	74
4.2.2 Evaluación IRI	93
4.2.3 Evaluación de tráfico	97
4.3. Evaluación de factores externos e internos	100
4.3.1 Características geológicas y geotécnicas	100
4.4. Pavimento conformado	117
4.5. Obras de drenaje	125
4.6. Programación de Conservación Vial	130
4.6.1 Programación de intervención vial	130
4.6.2 Ejecución	132
4.6.3 Monitoreo y control	132
4.7. Costos	137
<b>CAPÍTULO V</b>	140
<b>DISCUSIÓN</b>	141
<b>CONCLUSIONES</b>	143



<b>RECOMENDACIONES</b>	140
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	145
<b>ANEXOS</b>	149
- Fichas evaluación PCI	

## Índice de Tablas:

Tabla N° 1	:	Escala de evaluación y calificación PCI
Tabla N° 2	:	Tipos de falla PCI
Tabla N° 3	:	Escala del PCI
Tabla N° 4	:	Unidades de muestreo para evaluación PCI
Tabla N° 5	:	Resumen de evaluación PCI
Tabla N° 6	:	Resumen de evaluación IRI
Tabla N° 7	:	Control de vehículos
Tabla N° 8	:	Cantidad de vehículos con sobrepeso
Tabla N° 9	:	Resumen de evaluación geológica
Tabla N° 10	:	Resumen de suelos de fundación
Tabla N° 11	:	Evaluación CBR
Tabla N° 12	:	Resumen de propiedades de Cantera
Tabla N° 13	:	Dosificación Proes
Tabla N° 14	:	Diseño de mezcla suelo – aditivo Proes
Tabla N° 15	:	Matriz de fallas en pavimento y programación de intervención vial
Tabla N° 16	:	Formato de evaluación de Niveles de Servicio, Formato de Evaluación PCI y Formato de Reporte de Evaluación IRI.

## Índice de Fotografías:

Fotografía N° 1	:	Condición de clima en la zona
Fotografía N° 2	:	Presencia de fallas prematuras en el pavimento
Fotografía N° 3	:	Obras de drenaje inadecuadas
Fotografía N° 4	:	Evaluación superficial de pavimento
Fotografía N° 5	:	Falla muestra N° 1
Fotografía N° 6	:	Falla muestra N° 2
Fotografía N° 7	:	Falla muestra N° 3
Fotografía N° 8	:	Falla muestra N° 4
Fotografía N° 9	:	Falla muestra N° 5
Fotografía N° 10	:	Falla muestra N° 6
Fotografía N° 11	:	Falla muestra N° 7
Fotografía N° 12	:	Taludes de corte
Fotografía N° 13	:	Afloramiento rocoso en talud
Fotografía N° 14	:	Condiciones de clima
Fotografía N° 15	:	Aplicación de aditivo Proes
Fotografía N° 16	:	Mezcla de suelo con aditivo
Fotografía N° 17	:	Compactación de Base estabilizada
Fotografía N° 18	:	Riego con aditivo líquido Proes
Fotografía N° 19	:	Trabajos de imprimación de capa Base
Fotografía N° 20	:	Colocación de Mortero Asfáltico
Fotografía N° 21	:	Evaluación funcional de cunetas sin revestir
Fotografía N° 22	:	Trabajos de Mantenimiento Rutinario de cunetas
Fotografía N° 23	:	Vista después de los trabajos de limpieza de cunetas
Fotografía N° 24	:	Conformación de sub-dren
Fotografía N° 25	:	Evaluación de alcantarillas y sub-dren

### **Índice de Cuadros:**

- Cuadro N° 1 : Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno de fundación.
- Cuadro N° 2 : Dimensión o tamaño de muestra
- Cuadro N° 3 : Tamaño de muestra

## Índice de Figuras:

- Figura N° 1 : Modelo matemático de un cuarto de auto
- Figura N° 2 : Proceso de dosificación de capa Base con tecnología Proes.
- Figura N° 3 : Ubicación de la zona de estudio
- Figura N° 4 : Gráfico del valor de deducción falla Piel de Cocodrilo
- Figura N° 5 : Gráfico del valor de deducción falla Baches o Huecos
- Figura N° 6 : Gráfico del valor de deducción corregida
- Figura N° 7 : PCI promedio de secciones analizadas
- Figura N° 8 : Tipo y porcentaje de fallas en pavimento
- Figura N° 9 : Análisis de Precios Unitarios de actividades de Mantenimiento Rutinario.

## **Índice de Gráficos:**

- Gráfico N° 1 : Clasificación de la condición del pavimento
- Gráfico N° 2 : Procedimiento de evaluación PCI
- Gráfico N° 3 : Resumen de Tráfico
- Gráfico N° 4 : Cantidad de vehículos
- Gráfico N° 5 : Historia sobrepeso vehicular
- Gráfico N° 6 : Estructura de pavimento

## RESUMEN

El presente estudio científico denominado: “Evaluación superficial del pavimento para mejorar la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000), Piura – 2016”, tuvo como objetivo principal el determinar en qué medida una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones viales en el tramo Canchaque – Huancabamba, entre las progresivas del Km. 80+000 al Km. 115+000. Rondón y Reyes (2015) define la Variable Independiente “Evaluación de pavimento”, como la evaluación de los tipos de fallas presentes y la influencia de los factores externos e internos en el estado funcional y estructural del pavimento. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones define la Variable Dependiente “Programación de intervenciones”, con sus dimensiones de planificación, ejecución y monitoreo de las actividades de conservación de carreteras.

La investigación es del tipo Aplicada; el diseño utilizado es Cuasi experimental; la población de 63.30 Kms. de la carretera Canchaque – Huancabamba, ubicada en la región Piura; la muestra de 35 Kms. (entre el Km. 80+000 al Km. 115+000) es No Probabilística; los instrumentos a utilizar son las Fichas de evaluación de evaluación de campo.

La conclusión general a la que se arriba en el presente estudio es de que, mediante una evaluación superficial detallada del pavimento en campo, se evalúe el estado de las fallas y su magnitud, de manera que se puede mejorar la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba, entre el Km. 80+000 al Km. 115+000, para contar con una vía en buen estado de transitabilidad y con menores costos de mantenimiento.

## **ABSTRACT**

The present scientific study entitled: "Surface evaluation of the pavement to improve the programming of interventions on the Canchaque - Huancabamba highway (Km. 80 + 000 to Km. 115 + 000), Piura - 2016", had as main objective to determine in what way As a measure, a superficial evaluation of the pavement will improve the programming of road interventions in the Canchaque - Huancabamba section, between the increments of Km. 80 + 000 to Km. 115 + 000. Rondón y Reyes (2015) defines the Independent Variable "Pavement Evaluation", as the evaluation of the types of faults present and the influence of external and internal factors on the functional and structural state of the pavement. The Ministry of Transport and Communications defines the Dependent Variable "Programming of interventions", with its dimensions of planning, execution and monitoring of road conservation activities.

The investigation is of the Applied type; the design used is quasi-experimental; the population of 63.30 Kms. from the Canchaque - Huancabamba highway, located in the Piura region; the sample of 35 Kms. (between Km. 80 + 000 to Km. 115 + 000) is Not Probabilistic; the instruments to be used are the field evaluation evaluation cards.

The general conclusion reached in the present study is that, by means of a detailed superficial evaluation of the pavement in the field, the state of the faults and their magnitude is evaluated, so that the programming of interventions on the road can be improved. Canchaque - Huancabamba, between Km. 80 + 000 to Km. 115 + 000, to have a road in good state of trafficability and with lower maintenance costs.



## **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

La pavimentación de la carretera Canchaque – Huancabamba a nivel de infraestructura definitiva ha sido un anhelo de muchos años atrás, por parte de la población de la provincia que esperaba su concretización durante largos años; principalmente la población de la localidad de Huancabamba, que en gran parte se dedica al comercio y al turismo espiritual, atraídos por las Lagunas mágicas de Huancabamba, y que son atractivo turístico de la provincia y son visitadas frecuentemente por creyentes y turistas nacionales y extranjeros de diversas partes del mundo, por lo que contar con una carretera en buen estado, influye en la economía de la zona.

La carretera Canchaque – Huancabamba de 63.30 kms. de longitud, cuenta con varias décadas desde su construcción a nivel de afirmado, presenta características de trazo sinuoso, desde su inicio en el Km. 76+000 en la localidad de Canchaque, presenta curvas en desarrollo para ascender y cruzar la cordillera occidental, tiene una sección transversal angosta entre 4 y 6 m., para luego descender con pendientes moderadas a un valle interandino, de clima templado, donde se encuentra asentada la localidad de Huancabamba (Km. 139+000).

La zona materia de estudio del presente estudio se encuentra focalizada entre las progresivas 80+000 a 115+000, y que comprende la zona de ascenso en las estribaciones de la cordillera occidental por su flanco occidental, y que presenta características de microclima típico, aspectos geológicos y geotécnicos determinados por la orogenia propia de la formación de la cordillera.

El ente rector, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de su proyecto Provias Nacional, adjudica mediante un contrato de Gestión y Conservación Vial, a una empresa contratista para que se ejecute la conformación de un pavimento flexible de solución básica, terminología que

define a una capa de suelo estabilizada y cubierta en superficie por una capa de mortero asfáltico, en la sección transversal existente. Esta solución se propone ante las condiciones de bajo volumen de tránsito en la vía, con el objetivo de mejorar las condiciones de transitabilidad, de confort y seguridad para los usuarios, y pueda generar el tránsito mínimo en el menor tiempo posible para que justifique una intervención mayor o definitiva como una rehabilitación y mejoramiento.

Estos trabajos de pavimento ejecutados como parte de la conservación vial, se ha podido observar que vienen presentando un deterioro acelerado en muy corto tiempo, generando una pésima experiencia e desagradable sensación a la población en su conjunto y a los conductores al transitar por la vía y, además de requerir mayor periodicidad en la ejecución de actividades de mantenimiento o conservación, mayores costos y mayores restricciones para mantener una transitabilidad fluida y continua.

En ese sentido, y con la finalidad de conocer el porqué del deterioro acelerado del pavimento conformado en la carretera, y principalmente entre las progresivas 80+000 a 115+000, se elabora el presente estudio de evaluación superficial del pavimento, y así poder tener el sustento técnico necesario para programar montos y actividades de mantenimiento o rehabilitación, de manera que los presupuestos invertidos en infraestructura vial, sean lo más eficientemente administrados y ejecutados en beneficio de la población.

# **CAPÍTULO I**

## 1.1 Realidad problemática

La carretera Canchaque – Huancabamba presenta continuamente fallas en su superficie de rodadura, que inciden negativamente en el confort, en la seguridad y en la fluidez de la transitabilidad vehicular. Se han desarrollado trabajos anteriormente de mantenimiento y/o conservación en la carretera y se podido constatar el acelerado deterioro del pavimento que se ha evidenciado en un corto periodo de tiempo, creando una mala experiencia e ingrata sensación a los usuarios y público en general, de cómo una carretera, donde recién se culminaron los trabajos de mejoramiento, presentaba cuantiosas fallas y colapsaba en su estructura de pavimento ante el inicio de las primeras lluvias del periodo pluvial.

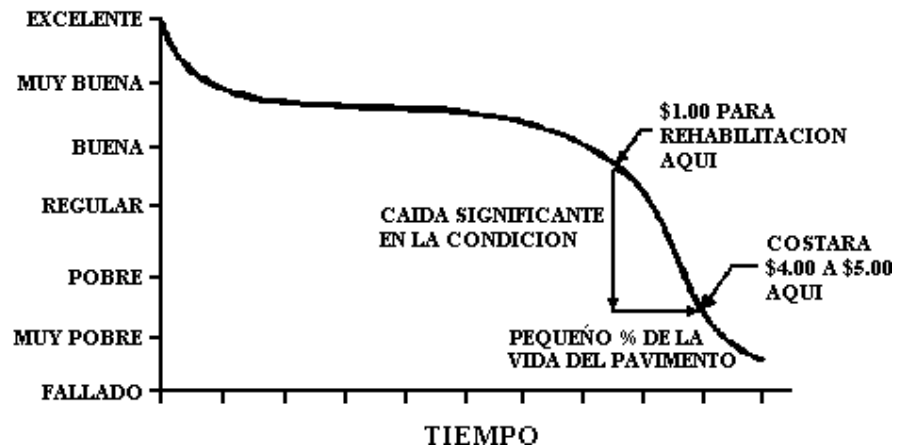
Al transitar por el tramo Canchaque – Huancabamba, entre las progresivas del 80+000 al 115+000, donde se conjugan varios factores como: relieve topográfico, condiciones climáticas, características geológicas – geotécnicas, se puede apreciar diversas fallas en la superficie de rodadura y en las capas de la estructura del pavimento, que restan niveles de confort y seguridad a la transitabilidad que todo pavimento recientemente construido, debería de brindar a los usuarios de la vía.

Un pavimento construido y que no reciba atención de mantenimiento adecuado, además esté sujeto a condiciones adversas como: influencia de factores externos como clima de alta humedad, tráfico sobredimensionado que supera al de diseño, tipo y calidad de agregados utilizados en su estructura, y que no sean analizados en su gestión vial en lo que respecta a programación de intervenciones, disminuirá enormemente los niveles de serviciabilidad que toda obra vial debe de ofrecer, para comodidad y seguridad de los usuarios. En el siguiente gráfico se puede apreciar la condición del pavimento y la influencia en los costos que de no ser debidamente analizados para cada vía en particular, se torna en sobre costos

de mantenimiento y mal estado del pavimento en corto tiempo, luego de haberse culminado.

Gráfico N° 1 – Clasificación de la condición del pavimento

### CLASIFICACION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO



Fuente: (Rondón, H. y Reyes, F., 2015, p.298).

Los distintos tipos de fallas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera son de diversas formas y densidad, requiriendo la ejecución de actividades de mantenimiento o conservación vial en mayor periodicidad y en intervalos menores de tiempo, que encarecen y superan los presupuestos de mantenimiento rutinario, poniendo en peligro alcanzar el periodo de vida útil de diseño del pavimento.

De ésta experiencia de pavimentación en vías de penetración a la sierra y de ascenso a cordillera, con microclima lluvioso y de alta humedad del aire, donde las fallas en el pavimento tanto en la estructura como en la superficie son continuas, se puede deducir y concluir en fructífera información por el grado de deterioro de ésta vía, además de conocer los factores que influyeron para llegar a éste estado, para así poder determinar propuestas de solución, determinar propuestas de solución, con alternativas de

materiales a utilizar, programación de actividades de mantenimiento vial y costos de intervención.

Fotografía N° 1 – Condiciones de clima en la zona de estudio



Fotografía N° 2 – Presencia de fallas prematuras en pavimento



### Fotografía N° 3 – Obras de drenaje inadecuadas



A nivel internacional se tiene estudios para explicar el estado de conservación y funcionalidad de los pavimentos mediante el uso de la evaluación superficial del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Contándose con la experiencia de Colombia, Ecuador y México, para hablar del continente. El estudio realizado por Díaz, J. (2014), titulado “Evaluación de la metodología PCI como instrumento para la toma de decisiones en referente a las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”, presentado en la Universidad Militar Nueva Granada, en Bogotá, Colombia; para optar el título profesional de Ingeniería Civil, incide que, de acuerdo a los resultados de la evaluación PCI se tomarán decisiones para programar intervenciones en futuros trabajos de pavimentación vial.

En el ámbito nacional se tiene acumulado también diversa información que fuera consultada y sirve como sustento técnico para el desarrollo del presente estudio, y al haber sido desarrollados estos trabajos anteriores en varias regiones del país, fundamenta su importancia en el conocimiento del estado superficial del pavimento y los factores externos e internos del



pavimento, que afectan su funcionalidad. En tal sentido, el estudio es importante y necesario para conocimiento del estado superficial de los pavimentos y su aplicación en el país, para la mejora de la gestión vial, la funcionalidad de las distintas vías, y de forma que puedan ser atendidas con actividades de mantenimiento oportuno y adecuado.

En el plano local, se tienen estudios de evaluación superficial de pavimentos, utilizando el método PCI a pavimentos de vías urbanas, realizados en la región Piura, principalmente en zonas urbanas; por lo que, presentando la costa norte características de clima caluroso y pendientes mínimas de planicies y relieves desérticos. En tal sentido, para la muestra de la presente investigación, se eligió como muestra una longitud de 35 Kms. de longitud, clima, ubicada en zona de sierra de Piura, de topografía accidentada, de microclima típico de alta humedad condiciones de material de suelos estabilizados, y con obras de drenaje insuficientes.

Con el presente estudio, se da a conocer el estado actual del pavimento a nivel de mortero asfáltico, los niveles de serviciabilidad, los tipos de fallas presentes, la necesidad de intervención y la programación de ejecutar actividades de mantenimiento en el pavimento de la carretera Canchaque – Huancabamba, para brindar niveles adecuados de confort al usuario.

En el sentido crítico, las variables “Evaluación de Pavimento” y “Programación de intervenciones”, presentan bastante sustento para su análisis y estudio, debido a que se relacionan íntimamente para conocer el estado de serviciabilidad del pavimento y contar con información valedera para poder programar en costos, tiempos y frecuencias de ejecución de las actividades de mantenimiento y/o conservación vial, para ofrecer a los usuarios de la vía y población en general, una carretera con niveles óptimos de transitabilidad , confort y seguridad.

## **1.2 Trabajos previos**

### **1.2.1 Antecedentes nacionales**

El Perú tiene acumulado suficiente información y experiencia referida a la evaluación de pavimentos, utilizando los métodos PCI e IRI para conocer los índices de serviciabilidad de las carreteras, debido en su mayor parte a las grandes inversiones en obras de infraestructura vial que, desde hace casi ya tres décadas se continúa promoviendo y desarrollando en nuestro país por parte del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los cuales han sido seleccionados por exigencia cronológica y por similitud de la presente investigación.

La evaluación desarrollada por Medina, A. y De La Cruz, M. (2015), en su estudio titulado Evaluación Superficial del Pavimento flexible del Jr. José Galvez del distrito de Lince, utilizando el método del PCI, presentada para optar el Título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Ricardo Palma, en Lima, Perú; su objetivo principal fue el de determinar el índice de condición del pavimento del Jr. José Gálvez en el distrito de Lince y definir si la arteria urbana se encuentra apta de forma funcional para ofrecer condiciones de transitabilidad para los usuarios, utilizó el método descriptivo para la evaluación superficial del PCI (Índice de Condición del Pavimento).

Las conclusiones más importantes a las que arriban los autores se pueden citar en primer término, que el mayor porcentaje obtenido de la evaluación es el estado malo (39%), regular (26%) y estado bueno (22%); que no existe tramo alguno en estado excelente; y también que, los montos necesarios para revertir la situación del estado regular a un estado excelente sería de S/ 19.56 por m<sup>2</sup>.

El aporte de este estudio desarrollado por Medina y De La Cruz es sumamente importante porque permite conocer el estado de funcionabilidad del pavimento del Jr. José Galvez en Lince y sus costos de rehabilitación.

Robles, R. (2015), en su estudio titulado Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Av. Pedro de Osma y Prolongación La Castellana en Barranco – Surco – Lima, Perú, para optar el Título profesional de Ingeniero Civil presentado a la Universidad particular Ricardo Palma.

El objetivo principal del estudio realizado por Robles, R., fue el de establecer y definir el índice de condición del pavimento en las indicadas avenidas, además de la evaluación de las patologías de un pavimento basado en las normas ASTM N° D6433-07. El método utilizado fue el método descriptivo, mediante el índice PCI de evaluación.

Como conclusión resaltante del estudio, el ingeniero Robles determina que, el método PCI es sencillo y de fácil aplicación, que aporta una medida de la condición superficial del pavimento, además de señalar que, el método PCI, por ser una evaluación superficial no brinda información de la capacidad estructural ni del índice de rugosidad.

Se extrae del estudio como aporte la aplicabilidad y sencillez del estudio utilizando el método PCI.

En el estudio realizado por los autores Leguía, P., y Pacheco, H. en el año 2016 denominado “Evaluación superficial del pavimento por el método PCI en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau, en el distrito de Huacho de la provincia de Huaura, Región Lima, para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad particular de San Martín de Porres de Lima, Perú.

Como objetivo principal trazado en el estudio fue el de establecer la condición superficial del estado del pavimento, mediante el uso del método PCI e identificar el estado de conservación de las vías urbanas como los Jrs. Cincuentenario, Colón y Miguel Grau en el distrito de Huacho, Región de Lima. El método empleado en su estudio científico es el descriptivo, mediante el índice de condición del pavimento de las arterias en la localidad de Huacho, realizado por Leguía y Pacheco en el año 2016, también fue utilizado el método de evaluación PCI.

Entre las tres conclusiones a las que llegan estos autores están las siguientes: se ha identificado 14 tipos de fallas en el pavimento de las tres vías arteriales, se han determinado con porcentajes de PCI el estado de conservación de cada vía, y así poder definir el tipo de intervención que requiere cada una de ellas.

Es importante el estudio realizado por Leguía, P., y Pacheco, H., ya que se han identificado diversos tipos de fallas y porcentajes de su estado.

El estudio realizado por Rabanal, J. (2014), denominado “Análisis del estado de Conservación del pavimento de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento en la ciudad de Cajamarca”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Nacional de Cajamarca.

Como objetivo principal del estudio desarrollado por el Ing. Rabanal, es el de analizar el estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte en la ciudad de Cajamarca, el método descriptivo fue utilizado en el estudio científico de evaluación superficial del pavimento de la vía de circunvalación de la zona norte de la ciudad de Cajamarca, mediante el uso del método PCI (índice de condición del pavimento).

En la conclusión general obtenida en el estudio de Rabanal, J. (2014), lo más saltante determina que, la falla de mayor incidencia en el pavimento es “piel

de cocodrilo”, seguido de fallas tipo “baches” y fallas de “fisuras longitudinales y transversales”.

Con el estudio realizado por Rabanal, J., se tiene el aporte de que en la vía de evitamiento de la ciudad de Cajamarca las fallas más incidentes en el pavimento son: piel de cocodrilo, baches y fisuras.

Otro estudio resaltante es el desarrollado por Rodríguez, E., en el año 2009, titulado “Cálculo del PCI del pavimento flexible de la Av. Montero del distrito de Castilla, en Piura, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad de Piura.

El objetivo principal es el determinar el estado del pavimento en términos integrales estructuralmente, del confort y nivel de servicio que ofrece a los usuarios de la vía, la metodología utilizada en el estudio es el descriptivo.

Entre las conclusiones obtenidas en el estudio de Rodríguez se indica que solo el 37% de las unidades de muestra analizadas presentan un pavimento en estado regular, 33% de las muestras definen un pavimento en estado bueno y un 15% del pavimento en estado malo y finalmente un 9% de las muestras de pavimento analizadas se encuentra en un estado muy malo.

El aporte de este estudio es el de clasificar en porcentajes el estado del pavimento y se grafica en que la mayor parte de la vía se encuentra en estado regular.

El estudio realizado por Atarama, E., en el año 2015, denominado “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil presentado en la Universidad Privada de Piura, sirve como antecedente muy importante para el análisis del comportamiento y funcionabilidad del aditivo químico Proes en las actividades de estabilización de suelos con alta plasticidad y en condiciones de alta humedad y lluvia.

El objetivo del estudio realizado por Atarama es el de analizar el comportamiento del suelo estabilizado con aditivo Proes y la transitabilidad que ofrece, la metodología utilizada fue la descriptiva, y entre sus dos conclusiones más importantes a las que arriba son: que los suelos estabilizados con aditivo Proes, mejoran su capacidad de soporte en más del 300% y que mejoran también sus propiedades físico-mecánicas como capa Base.

Con el estudio realizado por Atarama se indica que con la adición de material Proes al pavimento, éste mejora sus condiciones físico – mecánicas; pero no se tuvo en cuenta otros factores externos e internos que intervienen en los resultados, los mismos que se tienen que analizar para decidir por esta alternativa de estabilización.

### **1.2.2 Antecedentes internacionales**

El estudio realizado por Díaz, J. (2014) denominado: “Evaluación de la metodología PCI como instrumento para la elección de alternativas en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”, para optar el título de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Siendo el objetivo principal el desarrollar y definir una matriz donde se presenten las actividades a ejecutar como parte de rehabilitación o mantenimiento de los pavimentos del país vecino de Colombia, basada esta matriz en los resultados obtenidos a partir de las metodologías de verificación PCI; utiliza la metodología descriptiva.

Entre las conclusiones a las que arriba Díaz en su estudio, es la similitud de evaluación de daños entre los métodos PCI y VIZIR, más no en el grado de severidad y es por esta razón que la metodología del índice de condición del pavimento es más estricta y algo más costosa. Otro punto concluyente indica que, en la metodología PCI la forma de definir el estado funcional del

pavimento da la alternativa de no incluir todas las secciones a analizar empleando la estadística, ahorrando recursos y tiempo.

El aporte del estudio realizado por Díaz es la sencilla aplicabilidad del método PCI, con la ayuda de la estadística y con ahorro de tiempo y recursos como para contar con una evaluación superficial de pavimentos.

Avila, E. y Albarracín, F. (2014), en su estudio denominado “Evaluación de pavimentos basados en métodos no destructivos y análisis inverso, para el caso de la vía Chicti – Sevilla de Oro; para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad de Cuenca, en el país norteño de Ecuador.

El objetivo principal indica el determinar la eficiencia y factibilidad técnica de la deflectometría de impacto para evaluar la capacidad portante de la estructura del pavimento, a través de técnicas o métodos de análisis inverso y modelos basados en elementos finitos. Como uno de los objetivos secundarios se tiene el de ejecutar una evaluación funcional del pavimento con el objetivo de establecer el índice de condición del pavimento (PCI). La metodología utilizada en el estudio realizado por Avila y Albarracín es el descriptivo.

Los resultados o conclusiones más saltantes a los que arriba el estudio de Ávila y Albarracín, es de que con el método PCI se establece la necesidad de realizar actividades de mantenimiento como sello de fisuras y grietas, parchados, conformación de capas delgadas en superficie como micropavimento o mortero asfáltico, debido al alto grado de desgaste o erosión de los áridos de la carpeta asfáltica del pavimento.

El aporte de este estudio es la planificación de y necesidad de ejecutar actividades de mantenimiento del pavimento.

La evaluación superficial de determinadas calles de la localidad de Loja, presentado por Armijos, C. (2009), para obtener el Título profesional de Ingeniero Civil por la Universidad Técnica Particular de la ciudad de Loja, en el Ecuador, se desarrolla utilizando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), para evaluar superficialmente vías urbanas de la ciudad de Loja en el Ecuador.

El objetivo general del estudio desarrollado por Armijos, en las vías urbanas de la ciudad de Loja, es el de evaluar el estado de serviciabilidad de las vías para conocer su estado de conservación. La metodología utilizada en el estudio es el descriptivo.

Entre sus conclusiones más resaltantes son dos: se debe cuantificar el valor del PCI para programar políticas de conservación y aminorar el deterioro del pavimento; además de programar actividades de rehabilitación y estrategias de inversión.

Su aporte resaltante es la necesidad de cuantificar los valores del método de evaluación PCI y establecer políticas de conservación vial.

Sánchez, L. y Machuca, J. (2012), en su estudio Análisis de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque César, para optar el título de Ingeniero Civil, presentado en la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña, Ocaña, Colombia.

El objetivo general de su estudio el realizar una evaluación para obtener información del estado físico de las vías analizadas, mediante la inspección visual de los diferentes pavimentos rígidos seleccionados. La metodología utilizada es la descriptiva, teniendo como

Entre sus conclusiones más importantes que arriba el estudio del Ing. Armijos, es de que con la evaluación de los pavimentos analizados de la Municipalidad de Tamalameque César, se obtuvo valiosa información del



estado funcional de estas vías, la evaluación visual fue importante y fundamental para establecer el grado de daño de los pavimentos analizados; extrayendo información que fue utilizada para determinar los diversos tipos de fallas presentes, áreas de pavimento para atender, causas y alternativas de intervención.

Una experiencia mexicana desarrollada por Beltrán, G. (2012), denominado “Evaluación estructural de pavimentos flexibles con métodos de inteligencia artificial y auscultación no destructiva”, para optar el Grado Académico de Doctor en Ingeniería, presentado en la Universidad Autónoma de México.

El objetivo general del estudio de Beltrán, es el de estructurar un sistema de modelación no convencional, fundamentado en redes neuronales artificiales, para identificar parámetros de comportamiento de pavimentos e identificar posibilidades de intervención en sectores críticos. Como primera conclusión del estudio realizado por Beltrán, G., se indica que se desarrolló un sistema de modelación no convencional para efectuar tareas asociadas en la evaluación y análisis de pavimentos puestos en servicio y la toma de decisiones para la conservación vial. La metodología utilizada es la descriptiva.

El aporte de este estudio realizado por Beltrán es muy importante porque se desarrolló un modelo de evaluación no convencional en el análisis de pavimentos.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

Se recopila y presenta información de teorías referidas al tema en estudio con énfasis en las variables del presente estudio: “Evaluación de Pavimento” y “Programación de intervención vial”.

Teorías relacionadas a la primera variable: “Evaluación de pavimento”, se tiene lo resaltado por Rondón y Reyes (2015), sobre el índice de condición actual del pavimento, PCI, propuesto y publicado por el Cuerpo de Ingenieros

de la Armada de los Estados Unidos en el año 1978, que se define como un índice fácil de utilizar donde no se requiere utilizar equipo sofisticado para su realización; indica que el método es completamente visual y ofrece alta confiabilidad de los resultados estadísticamente y brinda valiosa información sobre los tipos de fallas que se presentan en los pavimentos y su grado de severidad. (p. 323).

Realizado el presente estudio científico se puede determinar que, la evaluación superficial de pavimentos mediante el Método PCI es de fácil aplicación en todo tipo de pavimento, no requiere de equipo sofisticado, es completamente sencillo, basado en la experiencia del evaluador en temas de mantenimiento o conservación vial, y lo más resaltante son los resultados confiables que arroja, brindando información técnica numérica del estado superficial de un pavimento; por lo que se constituye en un método de procedimientos sencillos y adecuados para la medición y determinación de los niveles de servicio en pavimentos.

El análisis o evaluación del estado de los pavimentos se denomina “condición superficial”, mediante mediciones de la rugosidad superficial, de la resistencia al patinaje y mediante la evaluación visual de la superficie de rodadura que, permite determinar el tipo de fallas, su densidad y severidad. (Vivar, G., 1995).

La evaluación superficial de un pavimento consiste en la determinación del estado de la superficie de rodadura y de todo tipo de obras o elementos de la vía con relación directa o indirecta con la estructura del pavimento y que pueden afectar el confort y seguridad del usuario al transitar por una carretera (Montejo, A., tomo II, p.160).

Teorías relacionadas a la segunda variable: “Programación de intervención vial”, se menciona la definida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.21), como la ejecución de un grupo de actividades integradas como la

planificación, la organización, la ejecución, el control y el monitoreo, para lograr una conservación vial que influya en no atentar contra la economía, la fluidez de la transitabilidad, la seguridad y el confort de los usuarios de una vía.

Otro concepto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones sobre Gestión Vial, en el Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial (2008, p.40), donde está definida la Gestión Vial como el conjunto de actividades que empiezan al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado. Estas actividades están referidas al cuidado y vigilancia de los elementos conformantes de una vía, en el que se incluye al derecho de vía, el control de cargas, de pesos y medidas, el funcionamiento de los servicios complementarios, las medidas de seguridad vial así como la prevención y atención oportuna de emergencias viales. (2014, pp. 21-22).

Un programa de gestión vial incluye actividades de políticas, programación, organización, financiamiento, ejecución, operación y monitoreo, de manera que toda obra vial sea rentable, sea ejecutada y operada eficientemente y en forma oportuna para ofrecer al usuario niveles de servicio de confort y seguridad. Este es el concepto moderno de gestión vial que en muchos países del mundo se viene implementando desde hace varios años, y en el Perú, desde hace menos de dos décadas, pero que cada vez va tomando más énfasis y resultados satisfactorios. Para el presente estudio, se concentra el concepto de gestión en específico en el tema de planificación de intervenciones viales.

Según De Solminihac (2003, p.51), define un sistema de gestión como un esquema integral de procesos y procedimientos que son utilizados para garantizar que la organización realice todas las actividades necesarias para alcanzar los objetivos trazados. Un sistema de gestión es la herramienta más eficaz que permita dar coherencia y correlación a todas las actividades que se ejecutan en todos los niveles, para alcanzar las metas de la organización.

Un proyecto u organización desarrolla en madurez a medida que va afirmando o consolidando un sistema de gestión que le permita uniformizar y nivelar todos los esfuerzos en una sola dirección y esta misma dirección apunta a la visión.

Un sistema de gestión vial y principalmente la programación de intervenciones trabaja bajo los siguientes parámetros:

- Inventario vial de los elementos que conforman la infraestructura administrada.
- El estado de condición superficial y estructural de los pavimentos, elementos de espacio público y puentes vehiculares y peatonales.
- El Modelo de deterioro de la estructura del pavimento, con la finalidad de proyectar el estado de condición superficial y estructural en cualquier momento sostenido en el tiempo.
- Las alternativas de intervención basadas en los conceptos de mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura gestionada con miras a obtener un cierto nivel de servicio durante un horizonte de tiempo dado.
- Un modelo de precios unitarios relacionados a las alternativas de intervención planteadas.
- El modelo de priorizar recursos teniendo como base el presupuesto oficial destinado a las actividades de mantenimiento y conservación vial, de carreteras y puentes, basado en los análisis de los tipos económico, social y ambiental, considerando parámetros como la jerarquía urbana, jerarquía social, el índice de condición y el uso o empleo del suelo.
- El modelo de monitoreo o seguimiento del control de la calidad y estabilidad de las intervenciones de conservación proyectadas sobre la infraestructura gestionada. Con el sistema de gestión se pretende, mediante la captura y actualización de los datos del inventario vial y el análisis, evaluar en forma técnica y económica la programación de intervenciones de mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción requeridos por la vía.

- Contar con una herramienta que facilite y permita a la Entidad determinar el QUÉ HACER, DÓNDE, CUÁNDO HACERLO y CON QUÉ COSTO, tanto en carreteras como en puentes. (2003, p. 51).

Camisón, C., Cruz, Sonia., Gonzales, T., establecen el enfoque técnico de la calidad, concentrado en el control estadístico de procesos, parte de un concepto de la Gestión de la Calidad como una colección de métodos, utilizables en forma puntual y aislada para un eficiente control de calidad de productos y procesos. (2006, p.50).

### **1.3.1 Marco teórico**

Se presenta a continuación terminología técnica y conceptos básicos en los que se apoya el presente estudio y los trabajos de campo:

#### **Evaluación de pavimentos**

En los años pasados, los pavimentos o las carreteras recibían mantenimiento pero no se administraba su operación. La experiencia de los profesionales en ingeniería vial, se centraba en determinar la selección de las técnicas de Mantenimiento o Rehabilitación, con poca o nula consideración del costo-ciclo de vida o realizaban la equivalencia o solo comparaban los requerimientos de otros pavimentos. En la economía actual de tiempos presentes, en una infraestructura con pavimento antiguo, un mayor uso de metodología de evaluación sistemática es fundamental para determinar las falencias, requerimientos y las prioridades del Mantenimiento o Rehabilitación.

La Red Vial debe ser actualmente administrada, no simplemente atendida con mantenimiento. Un Sistema de Administración de Pavimentos (Pavement Management System, PMS), establece un método para seleccionar los requerimientos de Mantenimiento o Rehabilitación, y así poder planificar y programar las intervenciones viales en pavimentos, en el

tiempo óptimo y oportuno para repararlo por predicción futura de su condición. (Rondón, H. y Reyes, F., 2015, p.297).

### **Índice de Condición del Pavimento (PCI)**

El índice de condición actual del pavimento, PCI (siglas en inglés), fue publicado en el año 1978 por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos, y que se define como un índice fácil de utilizar donde no se requiere utilizar equipo sofisticado para su realización; indica que el método es íntegramente visual y ofrece alta confiabilidad estadísticamente de sus resultados y brinda adecuada e importante información sobre los tipos de fallas y su severidad que presentan los pavimentos. (p. 323).

Los trabajos se realizan con equipo menor para la medición de las fallas que existen en la superficie del pavimento y son anotadas en un Formato para luego ser procesadas con gráficas y se obtiene el valor de estado del pavimento. Estos resultados dependen de la experiencia del evaluador acerca de temas de mantenimiento o conservación vial.

### **Índice Internacional de Rugosidad (IRI)**

El Banco Mundial en el año 1982 propuso el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), para cuantificar la rugosidad de la superficie del pavimento. El IRI es expresado en unidades de pendiente acumuladas de la suspensión de una de las ruedas de un vehículo (un cuarto de la longitud del automóvil), cuando éste neumático transita por la superficie del pavimento a una velocidad referencial de 80 Km/hr. Esto equivale decir que es un índice de comodidad o confort de rodadura, y se constituye en el parámetro o índice de la vía que percibe el usuario como niveles de confort.

De ésta manera, el IRI determina las oscilaciones o vibraciones del vehículo que son causadas por la irregularidad en el nivel de la rasante y es linealmente proporcional a la rugosidad de la vía. El valor más bajo del IRI

es 0, representa a un perfil plano y uniforme. Aunque por las pruebas en distintas superficies de rodadura de carreteras pavimentadas como no pavimentadas, no existe un límite superior o tope para el valor del IRI, en la práctica del ensayo los valores por encima de 8 m/km, indican un pavimento en mal estado, con fallas en pavimento y que dificulta el tránsito de un vehículo, excepto a velocidad mínima.

### **Modelo matemático de IRI : El modelo del “Cuarto de vehículo”**

Para elaborar la definición del IRI, los peritos del Banco Mundial diseñaron en la década de los 80, un modelo que denominaron “cuarto de auto” o “Quarter Car”, que representaba la cuarta parte de un automóvil, y que consistía de los siguientes parámetros para la definición del concepto de IRI, según la gráfica siguiente:

Figura N° 1- Modelo Matemático de un “Cuarto de automóvil”



**Fuente:**

Instituto Mexicano de Transporte, 1996.

### **Control de Pesos y Medidas**

Información importante sobre uno de los factores que intervienen directamente en el estado del pavimento, es el estudio de tráfico y el control de pesos y medidas. Estas actividades se realizan instalando Puestos móviles para Control de peso de vehículos de carga, y son empleados

principalmente por las autoridades responsables de evitar que transiten vehículos con sobrecargas en carreteras y puentes. Lo más apropiado será utilizar un modelo o sistema que pueda funcionar en forma estática y en forma dinámica al paso vehicular (a una velocidad entre 3 a 8 Km/h).

Esta manera de operar el sistema es mucho más práctica y rápida que la de pesar el vehículo eje por eje en modo estático, con la salvedad que en modo estático se obtiene menor precisión de medida. La medida con precisión durante la operación está ligada de manera estrecha a la forma de operar, a las condiciones ambientales (viento) y de las características del vehículo (forma de estiba de carga, estado y presión de neumáticos, sistema de suspensión, entre otros). Se indican valores típicos a continuación:

- 0.1% sobre fondo de escala : En modo calibración
- 0.5% sobre Peso Bruto Vehicular : En modo estático
- 1.0% sobre Peso Bruto Vehicular : En modo dinámico

En una estación de Control de pesos y medidas aparte del peso vehicular hay que verificar, además otros factores como: la Fecha (día, mes y año), hora de registro - Número de la estación de Control, Carretera (ruta, denominación, progresiva, tramo, sector, tipo, carril y sentido de circulación), Placas o registro del camión o de tractor y hasta 2 remolques o semi-remolques, número de serie del camión o del tractor y hasta 2 remolques o semi-remolques. Marca del camión o de tractor y hasta 2 remolques o semi-remolques. Categoría de la composición vehicular según el ente rector de transportes, sistema de suspensión neumática (si/no), tipo de carga y propietario de la misma, residencia, identificación y Licencia del conductor, Número de ejes, Tipo de eje o grupo, longitud entre ejes y longitud total del vehículo, Peso medido por eje-grupo, peso autorizado por eje-grupo, Peso Bruto Vehicular (PBV) medido y autorizado, velocidad de paso de cada eje y media del vehículo, aceleración de paso de cada eje y media del vehículo, exceso de peso por eje-grupo, sanción en días por eje-grupo, si procede



Porcentaje de sobrepeso sobre PBV autorizado, sanción en días por PBV, si es factible, registrar el número y fecha de la última reincidencia o sanción.

## Geología y geotecnia

La geología es la ciencia que estudia en forma científica el planeta tierra, analizando las partes que lo conforman, su forma, su estructura, las relaciones que existen entre sus elementos y los cambios o transformaciones que en ella se producen. La palabra geología etimológicamente está compuesta de dos vocablos de origen griego: “geo” que significa Tierra y “logos” que significa estudio, donde se trata temas como la mineralogía, petrología, geomorfología, estratigrafía, paleontología, geología estructural, geología histórica, entre otros.

En geología, los estudios empiezan de una visión general de los fenómenos físicos que ocurren en la Tierra, con dimensiones que se encuentran desde magnitudes espaciales o cósmicas hasta lo microscópico, y el tiempo geológico se mide en escala de millones de años. Muchos de los procesos o eventos geológicos como la diagénesis, orogénesis, paleontología, entre otras ramas, ocurren a lo largo de millones de años, y determinan factores muy diferentes como las propiedades y características de los materiales y la ocurrencia de eventos sísmológicos o volcánicos. (López, J., 2002, p. 2).

Referente a la litología de la zona y su influencia en el comportamiento geotécnico del terreno, se adjunta el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1. Influencia de la litología en el comportamiento geotécnico del terreno

Litología	factores característicos	Problemas geotécnicos
Rocas de dureza alta	Minerales duros y abrasivos	Abrasividad
		Dificultad de arranque
Rocas de dureza media a baja	Resistencia media a baja Minerales alterables	Roturas en taludes Deformabilidad en túneles Cambio de propiedades con el tiempo
Suelos duros	Resistencia media a alta	Problemas en cimentaciones con arcillas expansivas y estructuras colapsables.

Suelos blandos	Resistencia baja a muy baja	Asientos en cimentaciones Roturas entaludes
Suelos orgánicos y biogénicos	Alta compresibilidad Estructuras metaestables	Subsidencia

Fuente : tomado de Gonzáles de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2002, p. 8).

El cuadro descrito anteriormente, es de bastante ayuda en la evaluación geológica de campo de los taludes de campo en toda la zona de estudio, porque define las características físicas y macroscópicas de las rocas que afloran en la zona, los factores característicos de mineralización y resistencias al golpe del martillo y problemas geotécnicos que se generan por las características litológicas y estructurales de cada roca.

### **Pavimentos**

Un pavimento está conformado por un conjunto de capas de suelo y otros materiales, que se encuentran superpuestas una sobre otra, en estratificación relativamente horizontal, que son diseñados previamente y conforman técnicamente con materiales adecuados y apropiadamente compactados con equipo mecánico. Estas capas de agregados estratificadas y homogéneas, suprayacen a la Subrasante o terreno de fundación, que se obtiene en la etapa de explanaciones o movimiento de tierras en la etapa previa a la construcción del pavimento, y deberán de soportar adecuadamente los esfuerzos que le transmite a su paso los vehículos, todas las cargas repetitivas durante el periodo de diseño del pavimento. (Montejo, A., 2006, p. 1).

Los pavimentos se clasifican en tres tipos de acuerdo a sus características de materiales principalmente y se describen a continuación:

### **Pavimentos flexibles**

Los pavimentos flexibles son estructuras que están conformadas generalmente en superficie por una capa de composición bituminosa, la que

se encuentra apoyada generalmente sobre capas de suelo seleccionado, flexibles y con especificaciones técnicas definidas, éstas capas se denominan: Subbase y Base. (Montejo, A., 2006, p. 2).

### **Pavimentos semi-rígidos**

Los pavimentos semi-rígidos guardan estrecha relación con la composición o estructura de los pavimentos flexibles, donde una de sus capas se encuentra rigidizada en forma artificial con aditivos que puede estar compuestos por: cal, cemento, escoria, productos asfálticos, emulsiones asfálticas, etc. (Montejo, A., 2006, p.5).

### **Pavimentos rígidos**

Este tipo de pavimentos están constituidos por una losa uniforme de concreto hidráulico en superficie, apoyada sobre la Subrasante o sobre una capa de suelo, de agregados seleccionados. El concreto hidráulico, debido a la alta rigidez y a un alto grado de su coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos que le transmite el tránsito se produce en una zona muy amplia del pavimento. (Montejo, A., 2006, p.5).

### **Pavimentos articulados**

Estos pavimentos están conformados por una capa en superficie de rodadura que se encuentra compuesta por bloques de concreto prefabricado, denominados también como adoquines, de espesor uniforme y de forma iguales entre ellos. (Montejo, A., 2006, p.7).

### **Estabilización de suelos**

El proceso de estabilización de suelos se denomina al mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de un suelo, mediante actividades mecánicas y la incorporación de elementos o aditivos químicos, sintéticos o

naturales, dando como resultado una capa de suelo con características superiores a las originales. Para la ejecución de la estabilización de suelos se debe tener en consideración criterios geotécnicos para determinar el tipo de mezcla a utilizar, el aditivo o material a emplear en los porcentajes necesarios y los objetivos a alcanzar con estabilizar suelos.

Existen dos procesos fundamentales de estabilización: estabilización mecánica y estabilización química. La estabilización mecánica es definida como mejorar las características del suelo presente, sin modificar su composición básica y estructura. Se logra la estabilización mecánica con el proceso de compactación en campo, utilizando equipo mecánico como rodillos lisos vibratorios o pata de cabra. También se puede estabilizar mecánicamente con la sustitución o combinación de suelos.

La estabilización química se logra mediante procesos en obra añadiendo al suelo original aditivos o materiales exógenos, de manera que se modifican las propiedades y características primigenias del suelo. Entre estos procesos tenemos: estabilización de suelos con cal, con cemento, con material denominado escoria producto de las minas, con sales como el cloruro de calcio, de sodio o de magnesio, también con materiales asfálticos, geosintéticos, etc. (Montejo, A., 2006, p.75-76).

### **Aditivos para estabilización de suelos**

Entre los productos que existen en el mercado para estabilizar suelos describimos los siguientes:

**Cal**, la cal que se utiliza en la estabilización de suelos con este material es el óxido de calcio (cal anhidra), que se obtiene del proceso de calcinación de las rocas calizas, obteniendo el hidróxido de calcio (cal hidratada). La mezcla se realiza con suelo, cal y agua. Se emplea generalmente la cal en la estabilización de suelos finos con plasticidad alta, para disminuir el porcentaje de índice de plasticidad. (Montejo, A., 2006, p.99).

**Cemento**, el cemento es el resultado de procesos complejos de calcinación de materiales pétreos calcáreos, dando como resultado el Clinker que es expendido en bolsas para su uso final. La estabilización de suelo – cemento se logra por la mezcla de un agregado disgregado con agua y cemento, en porcentajes previamente diseñados; dando como resultado un material más endurecido y mucho más resistente. La estabilización de suelos con cemento se diseña preferentemente para suelos granulares y de plasticidad baja a media. (Montejo, A., 2006, p.112).

**Cloruros de Calcio, Sodio o Magnesio**, son productos naturales extraídos de fuentes, depósitos o yacimientos de sales o cloruros, que actúan en la estabilización de suelos como coagulante de la tensión superficial, brindando mayor resistencia al desgaste y como agente anti-polvo. Los suelos a estabilizar con estos productos, deben de preferencia estar preferentemente sin impurezas, no contar en su composición con más de 3% de material orgánico y poseer un IP entre 6 y 15%. (Montejo, A., 2006, p.120).

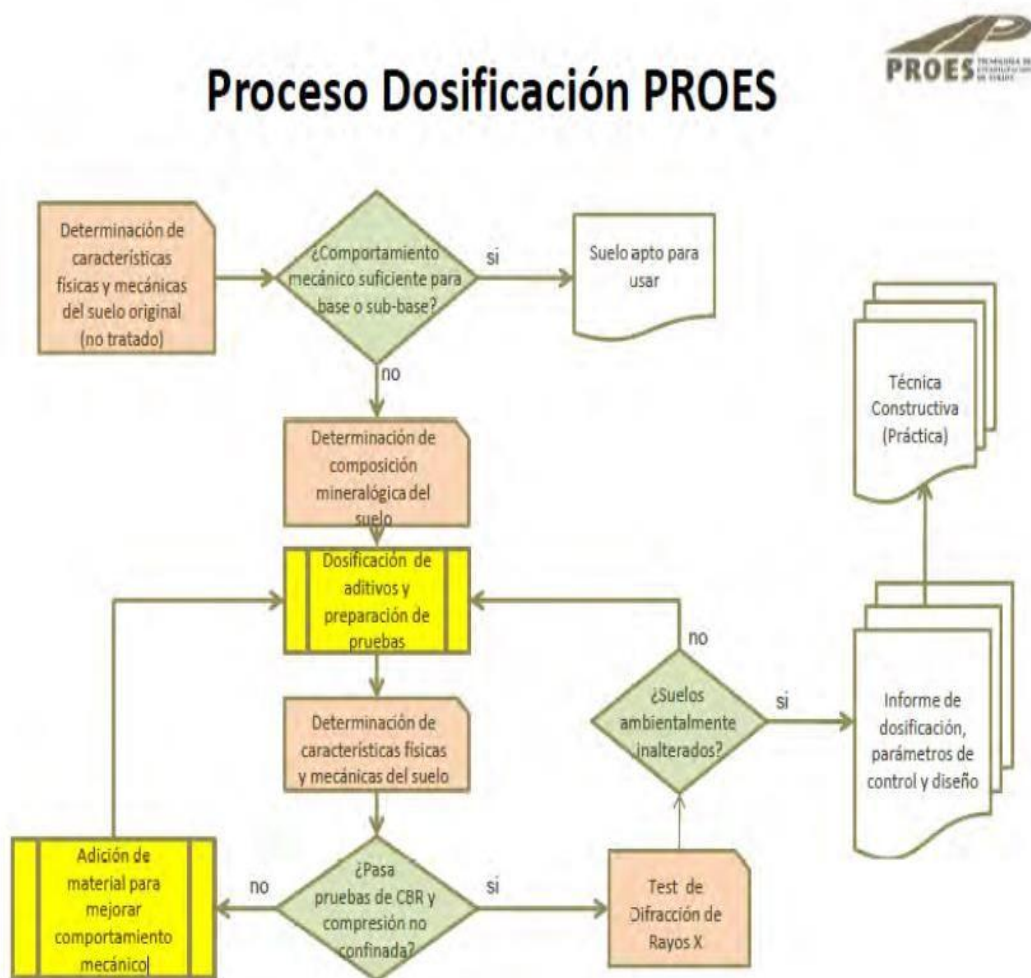
**Productos asfálticos**, son productos derivados del petróleo como las emulsiones asfálticas y los asfaltos diluidos de media viscosidad. La estabilización de suelos con productos bituminosos pueden ser para conseguir dos finalidades: la primera, un aumento en la estabilidad del suelo por las propiedades aglomerantes que envuelven las partículas del suelos, y la segunda, para obtener una impermeabilización del agregado, convirtiéndolo en menos susceptible a los cambios por contenido de humedad. (Montejo, A., 2006, p.117).

**Productos químicos**, son productos elaborados a base de enzimas, sales, cloruros, etc., que actúan en relación directa al cambio de propiedades químicas del suelo. Vienen en presentación líquida, y que en algunos casos requieren durante el proceso de estabilización, la incorporación de otros aditivos sólidos subproductos del cemento. Su función principal, de acuerdo las especificaciones técnicas de cada producto, es anti-polvo y de mejorar la resistencia del suelo. Sus propiedades se sustentan en el cambio de las

propiedades químicas del suelo, que deberán presentar características de suelos finos, de alta plasticidad. (Montejo, A., 2006, p.121).

La Tecnología de Pavimentación PROES® según sus productores, se concentra en brindar soluciones de alta calidad y durabilidad a trabajos de pavimentación, optimizando el uso de recursos a emplear y cuidando la sostenibilidad ambiental en los procesos de ejecución. La estabilización de los materiales con la Tecnología PROES es química, consistiendo este proceso en la adición de un aditivo sólido aglomerante y un aditivo líquido (PROESMR. diluido en agua) a los agregados, que previamente han sido analizados en laboratorio; este proceso de estabilización, actúa por ionización y ordenación de las partículas del agregado, obteniendo una mezcla bastante homogénea de suelo, y que deberá ser compactada al 95% como mínimo de su máxima densidad seca del ensayo Proctor, y con una capacidad de soporte (CBR) mínimo de 100 %.

Figura N° 2 - Procedimiento de dosificación de capa Base con aditivo Proes



Fuente: Proestech Perú®

### Obras de drenaje

Las obras de drenaje conformantes de un proyecto vial se dividen en tres grupos: drenaje transversal, drenaje longitudinal y subdrenaje. La función principal de las obras de drenaje es evacuar en el menor tiempo posible las aguas superficiales y subterráneas, evitando que puedan invadir la estructura del pavimento y generar problemas en la funcionalidad de la vía.

Entre las obras de drenaje transversal se tiene lo siguiente: alcantarillas, badenes y puentes, siendo estas últimas estructuras las que requieren un mayor y detallado análisis estructural.

Las cunetas, zanjas o cunetas de coronación, zanjas de drenaje y las cunetas de banquetas son las obras de drenaje longitudinal en la rama de la infraestructura vial.

En el drenaje subterráneo se tiene dos elementos claramente definidos pero con la misma función y ubicación: primero, el subdrenaje convencional, conformado por zanjas excavadas con máquina o a mano, debidamente rellenas con material agregado filtrante y materiales de captación y transporte de agua (tubería). Segundo, el subdrenaje sintético, que es utilizado en lugares donde existe dificultad de conseguir materiales agregados y ante la infinidad de nuevas tecnologías se viene empleando los subdrenes sintéticos como son: mallas sintéticas, geotextil y tubo colector perforado. (MTC, Manual de Hidrología y Drenaje, 2011, p.13).

## **Costos**

Según Ibañez, Walter (2012, p. 202), para establecer el costo de cualquier obra vial, se tiene que definir el metrado de cada uno de los componentes viales que se han diseñado. De la exactitud del cálculo de las cantidades o metrados, dependerá que el monto del presupuesto sea lo más cercano posible a la realidad y consecuentemente la inversión sea la más apropiada.

### **1.3.2 Marco conceptual**

A continuación se presenta la terminología frecuentemente utilizada en infraestructura vial y su correspondiente definición:



## **Ensayo CBR : (California Bearing Ratio)**

Es el valor de la capacidad de soporte de un suelo o material, que es medido por la penetración de una fuerza dentro de la masa del suelo. (Valle, R., 1982, p.139).

## **Estabilización de suelos:**

Como concepto general la estabilización de suelos se establece como el mejoramiento de las propiedades y características físicas de un agregado por medio de procesos mecánicos o la incorporación de productos naturales, químicos o sintéticos. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p.25).

## **Evaluación IRI**

Terminología que corresponde a la determinación del Índice de Rugosidad Internacional de la superficie de rodadura. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p.32).

## **Evaluación PCI**

Para Rondón y Reyes, (2015, p.323) la evaluación superficial con el método PCI es un procedimiento de calificación numérica relacionada al estado o condición del pavimento, que oscila entre 0 y 100, estableciendo 0 a la peor condición posible y 100 a la mejor condición. El pavimento se divide en varios componentes y que a su vez también son divididos en secciones.

## **Intervención Vial:**

Programación y ejecución de un conjunto de actividades íntimamente relacionadas tales como la definición de la planificación, la organización, la ejecución, la operación y el monitoreo o control, para obtener una

conservación vial oportuna que asegure el aspecto económico, la transitabilidad, la seguridad y la comodidad de los usuarios de las vías. (MTC, Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.21).

### **Límites de Consistencia:**

Las propiedades mecánicas de los Límites de Consistencia de un suelo, están representados por el contenido de humedad que determina el porcentaje de cohesión de las partículas de un suelo y su capacidad de resistencia a fuerzas exteriores que inciden en deformar o también destruir su estructura. (Valle, R., 1982, p.77).

### **Niveles de servicio**

Son indicadores visuales que califican y cuantifican el estado superficial de una vía, y que comúnmente se emplean como límites permisibles hasta los que puede evolucionar la condición funcional, estructural, y de seguridad de un pavimento. Los indicadores son propios de cada vía y pueden varían de acuerdo a parámetros técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción de los usuarios cuando transiten por un pavimento. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p.39).

### **Pavimento**

Todo pavimento está conformado por un conjunto de capas superpuestas, en posición relativamente horizontal, que se diseñan y construyen siguiendo procesos técnicamente establecidos, con materiales adecuados y apropiadamente compactados. (Montejo, A., 2006, p.1).

## **Serviciabilidad**

Es el estado de servicio y confort que ofrece el pavimento de una vía, luego de haberse ejecutado los trabajos de mantenimiento, rehabilitación o mejoramiento. (Rondón y Reyes, 2015, p.329).

## **Transitabilidad**

Es el nivel de servicio de toda infraestructura vial que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo de tiempo. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p. 52).

## **Mantenimiento Rutinario**

El mantenimiento rutinario es el conjunto de actividades que se ejecutan en las vías con periodicidad permanente, para conservar los niveles de servicio. Estas actividades se pueden realizar en forma manual o mecánica y contemplan principalmente labores de limpieza, mantenimiento del sistema de señalización, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud, entre otras. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p. 36).

## **Mantenimiento Periódico**

Es definido como el conjunto de actividades que son programables cada cierto periodo de tiempo, para devolver a la vía los niveles de servicio. Estas actividades principalmente son ejecutadas mecánicamente y están referidas principalmente a labores de: reparación de pavimentos, colocación de capas nivelantes y sellos de la capa de rodadura; reparación o reconstrucción puntual de las capas internas del pavimento; y la reparación o reconstrucción puntual de las obras de arte (túneles, muros y puentes), drenaje y del sistema

de señalización. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p.36).

### **Rehabilitación**

Se trata de la ejecución de las obras necesarias para devolver a la carretera sus características iniciales, teniendo en cuenta el nuevo periodo de prestación de servicio. Se refieren principalmente a la ejecución de actividades de reposición y/o construcción de pavimentos, de las obras de arte (túneles, muros y puentes), drenaje, señalización, así también a actividades como explanaciones o movimientos de tierras sin modificaciones de la geometría de la carretera (zonas críticas, ensanche de tramos). (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p. 46).

### **Mejoramiento**

El mejoramiento es la ejecución de las obras requeridas para incrementar el nivel o estándar de la carretera, mediante trabajos que implican la modificación parcial o integral de la geometría, así como de la estructura del pavimento, también contempla la construcción y/o adecuación de los puentes y obras de arte (muros), drenaje, túneles y sistema de señalización necesaria. (MTC, Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial, 2008, p. 37).

## **1.4 Justificación del estudio**

La presente investigación es totalmente justificable y sustentada en el análisis de pavimentos mediante métodos establecidos bajo normas técnicas, la incidencia de condiciones externas o internas que influyen en forma negativa en la serviciabilidad de los pavimentos, y servir como herramienta para la mejora de la programación de intervenciones viales . Por lo tanto, la presente investigación se justifica plenamente en los aspectos:

teórico, práctico, metodológico, económica, social y técnica, con el detalle siguiente:

#### **1.4.1 Justificación teórica**

Rondón y Reyes (2015, p. 323), definen la evaluación superficial de pavimentos utilizando el índice de condición actual del pavimento PCI, como un procedimiento fácil de utilizar donde no se requiere utilizar equipo sofisticado, siendo un método visual y que ofrece confiabilidad de sus resultados, otorgando importante información sobre el tipo de fallas y su severidad en el pavimento. Bajo ese concepto, el método de evaluación de pavimentos PCI es técnicamente adecuado para monitorear el estado funcional del pavimento.

La programación de intervención, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en su Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.21), define como un conjunto de actividades integradas como la definición de planificación, ejecución, control y operación, para lograr una conservación vial que asegure la fluidez, seguridad y comodidad de los usuarios de la vía. En ese sentido, la programación de intervenciones forma parte de una gestión vial se constituye en una herramienta muy importante en la programación, ejecución y operación de cualquier tipo de carretera.

#### **1.4.2 Justificación práctica**

En el año 2016, Leguía, P., y Pacheco, H., en su estudio de evaluación superficial del pavimento por el método PCI en las vías Miguel Grau, Cincuentenario y Colón, del distrito de Huacho, provincia de Huaura, en la Región Lima, definen las fallas funcionales y estructurales que existen en un pavimento. (p. 30).

Considerando la amplia aplicación del método de evaluación PCI, el presente estudio es justificable en el tema práctico para la evaluación superficial de pavimentos y conocer en términos numéricos el estado del pavimento, y así poder tomar las mejores decisiones como parte de la gestión de vías terrestres; el presente estudio es resaltante, debido a que será de amplio conocimiento y aplicación, de manera que se tenga en cuenta para la programación y diseño de futuros proyectos viales en carreteras o zonas urbanas con características similares.

### **1.4.3 Justificación metodológica**

Rabanal, J. (2014), es su investigación de análisis del estado de conservación del pavimento de la vía de evitamiento norte en la ciudad de Cajamarca, empleando el método del índice de condición del pavimento”, utiliza el método descriptivo.

El estudio de Rabanal sirve como antecedente importante porque utiliza la misma metodología para la evaluación superficial del pavimento; para el presente estudio se utiliza también el método descriptivo y se utiliza Fichas Técnicas, Ensayos de Suelos, Fichas de memoria de campo, Análisis de Precios Unitarios, los cuales son de importante aplicación en el estudio, lográndose con ello, la recolección de información fidedigna de campo y poder determinar resultados, que constituyen una contribución del presente estudio y que puede ser aplicado en todo tipo de vías urbanas, carreteras y aeropuertos.

### **1.4.4 Justificación económica**

En su estudio de evaluación superficial del pavimento del Jr. José Gálvez aplicando el método del PCI, en el distrito de Lince, Lima, Perú, Medina, A y De La Cruz, M (2015), concluyen en costos necesarios para intervención de mantenimiento vial (p. 104). Sin un análisis técnico del estado

de los pavimentos, no es factible programar y destinar presupuestos para actividades de mantenimiento o rehabilitación, allí radica la relevancia de las investigaciones de evaluación de pavimentos.

Considerando la conclusión del estudio de Medina, A y De La Cruz, M. donde indican que sin un análisis técnico del estado de los pavimentos, no es factible programar y destinar presupuestos para actividades de mantenimiento o rehabilitación, de manera que los montos invertidos sean muy bien ejecutados, en provecho de la comunidad, la calidad de vida del usuario vial y de la población beneficiada. En ese entender, la mejora de un Plan de Gestión y Conservación vial en el tema específico de programación de intervenciones, depende de una evaluación del pavimento.

#### **1.4.5 Justificación social**

Una obra vial mejora la calidad de vida de la población beneficiada, los servicios básicos de luz, agua, educación y salud, pueden llegar con mayor facilidad y rapidez a la población; además se pueden generar puestos de trabajo o fuentes de trabajo dentro de la comunidad como el transporte, el comercio o el turismo.

El presente estudio es ampliamente beneficioso socialmente debido a que con una programación adecuada y oportuna de las intervenciones viales, se asegura el mejor uso de las inversiones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el mejoramiento de la calidad de vida de la población, en la satisfacción del usuario de la vía por contar con una carretera en buen estado de conservación que le permita llegar a su destino en menor tiempo y con niveles de seguridad y comodidad.

#### **1.4.6 Justificación técnica**

Rondón y Reyes (2015, p. 323) definen que una evaluación superficial utilizando el método PCI arrojará resultados que aportarán en conocer la serviciabilidad del pavimento; en el presente estudio, la evaluación superficial del pavimento de la carretera Canchaque - Huncabamba brinda resultados que podrán ser sustento técnico para la programación y ejecución de trabajos de mantenimiento y/o conservación vial y mejorar la gestión vial.

La evaluación superficial del tipo de pavimento se realizará utilizando la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento), donde valora la Norma de los ensayos de campo, para el caso de la evaluación PCI se tiene la Norma ASTM D6433-07, los ensayos de laboratorio de suelos se sustentan con las Normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y ASTM como: MTC E-107 (Granulometría), MTC E-110 (Límite Líquido), MTC E-111 (Límite Plástico e Índice Plástico), ASTM D-2487 (Clasificación SUCS), ASTM D-3282 (Clasificación AASHTO), MTC E-108 (Contenido de Humedad), MTC E-115 ((Proctor Modificado) y MTC E-132 (CBR).

#### **1.5 Formulación del problema de investigación**

El problema de investigación se plantea con la siguiente interrogante:

¿De qué manera una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km 115+000), Piura - 2016?



### **1.5.1 Problemas secundarios**

1. ¿De qué manera una evaluación superficial del entorno geológico y geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?
2. ¿De qué manera la evaluación de las propiedades físico – mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?
3. ¿De qué manera el monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejora la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Determinar de qué manera una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000), Piura – 2016.

### **1.6.2 Objetivos secundarios**

1. Determinar de qué manera una evaluación superficial del entorno geológico y geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).
2. Determinar de qué manera la evaluación de las propiedades físico – mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la

programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).

3. Determinar de qué manera el monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).

## **1.7 Hipótesis**

### **1.7.1 Hipótesis general**

Una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000), Piura – 2016.

### **1.7.2 Hipótesis secundarias**

1. Una evaluación superficial del entorno geológico – geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).
2. La evaluación de las propiedades físico – mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).
3. El monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).

## **CAPÍTULO II**

## 2. MÉTODO

### 2.1 Método de investigación

Para el desarrollo y elaboración de la presente investigación se empleó el procedimiento del Método Científico, lo que permitió seguir una secuencia científica para el análisis, la etapa de contrastación, la obtención de resultados y poder al final determinar las recomendaciones necesarias.

### 2.2 Diseño de investigación

El diseño utilizado en la presente investigación científica es del tipo **Cuasi experimental**, debido a que el investigador manipuló intencionalmente una de las dos variables, para observar y determinar los efectos que la presente investigación tiene como objetivo encontrar. Según el análisis a cada muestra obtenida, con el objetivo de conocer el estado superficial del pavimento, la influencia de factores internos o externos que puedan incidir en el comportamiento de la estructura del pavimento y el planteamiento de alternativas de intervención vial.

### 2.3 Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es determinado como **Investigación Aplicada**, determinado por el uso de Fichas técnicas de evaluación visual en campo PCI, Ficha Técnica de evaluación instrumental IRI, formatos de ensayos de laboratorio de suelos y control de tráfico, pesos y medidas, arrojando resultados que pueden ser aplicados en estudios posteriores.

## 2.4 Nivel de investigación

El nivel que alcanza la presente investigación es del tipo **Descriptivo**, donde se determinan las características de los factores, magnitudes y eventos que inciden en el comportamiento y funcionabilidad de un pavimento.

## **CAPÍTULO III**

### **3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

#### **3.1 Evaluación de Pavimento**

La evaluación de un pavimento se trata de una cuantificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, determinando 0 a la peor condición posible y 100 a la mejor. El pavimento a evaluar se divide en elementos que a su vez son sub-divididos en secciones. Cada sección es también dividida en unidades de muestra. El tipo de fallas existentes y el grado de severidad de las mismas en el pavimento son determinadas a través de la inspección enteramente visual de las unidades de muestra. (Rondón y Reyes, 2015, p. 323).

Para Vivar, G. (1995, p. 191) indica que se recomienda efectuar la evaluación del estado de los pavimentos a la que denomina Condición Superficial, mediante mediciones de la rugosidad superficial, la resistencia al patinaje y mediante una inspección visual que permita definir la cantidad y el tipo de fallas tanto superficiales como estructurales.

El PCI o Índice de Condición del Pavimento se convierte en el método más completo para la evaluación y cuantificación de manera objetiva de los pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles actualmente. En términos generales, el procedimiento de evaluar dividiendo en secciones o unidades de muestreo el pavimento a analizar, cuyas dimensiones varían de acuerdo con las características de la vía y de la superficie de rodadura; como ejemplo, en el caso de carreteras con capa asfáltica de rodadura y con ancho menor de 7.30 m. se tiene que el área de la unidad de muestra debe oscilar en el rango entre 93.0 y 230.0 m<sup>2</sup>. (Rondón y Reyes, 2015, p. 323).

Todo pavimento es un elemento estructural monocapa o multicapa, apoyado en toda su extensión superficial, diseñado y construido para recibir y soportar

cargas estáticas y/o móviles, durante un periodo de tiempo de diseño preestablecido. (Vivar, G., 1995, p.1).

Un pavimento está conformado por un conjunto de capas de agregados superpuestas, relativamente en forma horizontal, que se diseñan previamente, se construyen técnicamente con los materiales más adecuados y los procedimientos técnicos establecidos. (Montejo, A., 2006, tomo I, p.1).

### **3.2 Programación de intervención Vial**

Teorías relacionadas a la segunda variable: “Programación de intervención vial”, se menciona la definida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial (2014, p.21), como la ejecución de un grupo de actividades tales como la planificación, la organización, la ejecución, la operación, el monitoreo y control, para lograr una conservación de la vía que asegure la economía, la transitabilidad, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales.

De Solminihac define un sistema de gestión o programación como un enfoque o procedimiento general de procesos y etapas que se emplean para establecer que la organización realice todas las actividades necesarias para alcanzar sus metas. La programación es la herramienta que permite dar coherencia a todas las actividades que se realizan, y en todos los estratos, para obtener los objetivos de toda organización. Una organización alcanza la solidez y madurez a medida que va definiendo un sistema de programación de gestión que le permita delimitar todos los esfuerzos en una sola dirección y esta dirección apunte a la visión de la organización (2003, p. 51).

Camisón, C., Cruz, Sonia., Gonzales, T., determinan el enfoque técnico de la calidad, como una colección de procesos o métodos que pueden ser utilizables en forma puntual y aislada para el monitoreo y control de la calidad de productos y procesos. (2006, p.50).



### 3.3 Operacionalización de variables

Definición nominal	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
VARIABLE INDEPENDIENTE	<u>LITERATURA ESPECIALIZADA</u> El Índice de Condición del Pavimento (IPC) por sus siglas en inglés, constituye la metodología más integral de evaluación y cuantificación numérica y objetiva de pavimentos. Consiste en dividir en secciones o unidades de muestra el pavimento, en dimensiones que varían de acuerdo a los tipos de vía y capa de rodadura. <a href="#">Rondón, H. y Reyes, F., Pavimentos. 2015, p.323.</a>	V D I I  Evaluación de pavimentos para determinar tipos de fallas y determinar factores que afectan la funcionalidad del pavimento.	Tipos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación visual</li> <li>• Evaluación instrumental</li> <li>• Evaluación funcional</li> </ul>	- Fichas Técnicas
			Fallas en pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Tipos de fallas</li> <li>• Origen de fallas</li> <li>• Características de fallas</li> </ul>	- Tablas
			Factores externos e internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características geológica - geotécnicas</li> <li><input type="checkbox"/> Materiales agregados y aditivos</li> <li><input type="checkbox"/> Obras de drenaje</li> </ul>	- Fichas de evaluación
VARIABLE DEPENDIENTE	<u>LITERATURA ESPECIALIZADA</u> La programación de intervención vial es la realización de un conjunto de actividades integrales como la planificación, la organización, la ejecución, la operación, el monitoreo y control, para lograr una conservación vial que asegure la economía, la fluidez, la seguridad y la comodidad de los usuarios viales. <a href="#">MTC, Manual de Mantenimiento o Conservación Vial. 2014, p.21</a>	Programación, ejecución y monitoreo de actividades de intervención vial.	Programación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación Rutinaria</li> <li>• Conservación Periódica</li> <li>• Rehabilitación</li> </ul>	- Matriz
			Ejecución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procedimientos de ejecución</li> <li><input type="checkbox"/> Frecuencia</li> <li><input type="checkbox"/> Pesos y Medidas</li> </ul>	- Matriz y Tablas
			Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservación Rutinaria</li> <li><input type="checkbox"/> Niveles de Servicio</li> <li><input type="checkbox"/> Pesos y medidas</li> </ul>	- Fichas Técnicas

### 3.4 Población y muestra

#### 3.4.1 Población

Para el presente estudio la población es la longitud de la carretera Canchaque – Huancabamba, de 63.3 kilómetros de extensión, ubicada en la región norte del país, siendo la vía de acceso a la zona sierra de la región de Piura, que presenta diversas características de altitud, clima, geografía, etc.

Cuadro N° 2 – Detalle y longitud de la carreteras población

N°	Tramo	Longitud (Km)	Región	Progresivas
1	Canchaque - Palambra	3.60	Piura	76+000 a 79+600
2	Palambra – Abra Cruz Blanca	34.40	Piura	79+600 a 114+000
3	Abra Cruz Blanca - Huancabamba	25.30	Piura	114+000 a 139+300

Fuente : elaboración propia

La longitud de la carretera Canchaque – Huancabamba está definida por el inventario vial y los hitos kilométricos instalados en la vía.

#### 3.4.2 Muestreo

Las actividades de muestreo utilizado para el presente estudio fue el desarrollado del tipo intencional, propuesto por propia decisión y planteamiento del investigador para manejar una variable, por razones de evaluar el sector que comprende las progresivas 80+000 a 115+000, de la carretera Canchaque – Huancabamba, que presenta características típicas de microclima de alta humedad, condiciones topográficas agrestes,

características geológicas y geotécnicas propicias para el análisis y que permitirán la generalización en toda la población.

### 3.4.3 Muestra

La muestra determinada para el presente estudio científico es de 35 Kms. de longitud, parte de la extensión de la carretera Canchaque - Huancabamba, ubicada entre las progresivas 80+000 a 115+000; la muestra es del tipo **No Probabilística**, o también denominada muestra dirigida, que presume un procedimiento de selección determinado por las características de la presente investigación, antes que por criterios estadísticos, principalmente basado en la condición del pavimento, en condiciones y criterios de clima, aspectos geológico – geotécnicos de la zona, de materiales utilizados en el pavimento y de los costos que se requieren para la ejecución de actividades de mantenimiento rutinario y periódico.

### 3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Se ha seguido el procedimiento de recolección de datos e información con los siguientes pasos:

- Definiendo previamente la forma adecuada de recolectar la información de acuerdo con el planteamiento del problema y con las etapas previas de la investigación.
- Elegir el instrumento o métodos para recolectar los datos requeridos de campo.
- Aplicación de los instrumentos o metodología de evaluación.
- Obtención de información y datos.
- Clasificar la información de campo.
- Archivamiento de datos para preparar su respectivo análisis.

Para la recolección de datos, materia prima del presente estudio, se ha diseñado técnicas de toma de muestras en campo, establecidas en los

manuales técnicos de evaluación superficial de pavimentos con la ayuda de Fichas de Registro de Datos, la muestra que deberá de ser de 46 m<sup>2</sup>, definido este área por el ancho de la vía, en donde se anotarán todos los tipos de fallas presentes en la superficie del pavimento y su estado actual, en cuanto a densidad y severidad.

Se plantea Fichas y Formatos que sirven como instrumento del presente estudio:

- Ficha o Memoria de Campo para evaluación geológica, geotécnica y obras de drenaje.
- Ficha para la Evaluación Superficial de Pavimento (Método PCI).
- Tabla de Reporte de Evaluación Superficial de Pavimento (Método IRI).
- Formatos de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Pavimentos y Concreto.
- Análisis de Precios Unitarios.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

La recolección de información y de datos cuantitativos se realizará mediante el método del instrumento de medición, para lo cual sus requisitos son: confiabilidad, validez y objetividad; clasificando como tipo: la observación visual.

La metodología de análisis de datos recolectados de campo se codificarán de acuerdo al tipo de falla existente y los resultados de cada formato se ubicarán en escala de evaluación superficial de pavimentos mediante el método PCI y los valores de IRI determinados por el equipo Bump Integrator, acondicionado a una unidad móvil. Las muestras de suelo recolectadas en campo son ensayadas en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos y presentadas en los formatos correspondientes con sus respectivos resultados, que ayudan a analizar y desarrollar el presente estudio.

### **3.7 Aspectos éticos**

En lo que respecta a temas éticos, está claramente definido la autenticidad del estudio, la veracidad de los datos y la información en general que se adjunta al presente estudio, de manera que pueda servir como fuente de consulta y referencia para futuros proyectos y estudios de evaluación de pavimentos.

### **3.8 Matriz de Consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		INSTRUMENTO	METODOLOGÍA	
				DIMENSIÓN	INDICADORES			
<p><b>Problema General :</b> ¿De qué manera una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km 80+000 al Km 115+000), Piura, 2016?</p>	<p><b>Objetivo General :</b> Determinar de qué manera una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km 80+000 al Km 115+000), Piura, 2016.</p>	<p><b>Hipótesis General :</b> Una evaluación superficial del pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km 80+000 al Km 115+000), Piura, 2016.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Evaluación de pavimento</p>	Tipos de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Evaluación visual</li> <li>· Evaluación instrumental</li> <li>· Evaluación funcional</li> </ul>	Fichas Técnicas	<p>Modus Ponendo</p> <p>Ponen</p> <p>(MPP)</p>	
				Fallas en pavimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tipos de fallas</li> <li>· Origen de fallas</li> <li>· Características de fallas</li> </ul>	Tablas		<p>Descriptiva explicativa</p>
<p><b>Problemas Específicos</b> 1. ¿De qué manera una evaluación superficial del entorno geológico y geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b> 1. Determinar de qué manera una evaluación superficial del entorno geológico y geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)</p>	<p><b>Hipótesis Específicas</b> 1. Una evaluación superficial del entorno geológico y geotécnico mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)</p>		<p><b>Variable Dependiente</b> Programación de intervención</p>	Factores externos e internos	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Características geológicas y geotécnicas</li> <li>· Materiales agregados y aditivos</li> <li>· Obras de drenaje</li> </ul>	Fichas de evaluación	
<p>2. ¿De qué manera la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?</p>	<p>2. Determinar en qué manera la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).</p>	<p>2. La evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los materiales utilizados en el pavimento mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000).</p>			Programación	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Conservación Rutinaria</li> <li>· Conservación Periódica</li> <li>· Rehabilitación</li> </ul>	Matriz	
			Ejecución		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Procedimientos de ejecución</li> <li>· Frecuencia de ejecución</li> </ul>	Matriz y Tablas		
<p>3. ¿De qué manera el monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)?</p>	<p>3. Determinar de qué manera el monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)</p>	<p>3. El monitoreo y control de las actividades de mantenimiento rutinario mejorará la programación de intervenciones en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km. 80+000 al Km. 115+000)</p>	Monitoreo		<ul style="list-style-type: none"> <li>· Pesos y medidas</li> <li>· Conservación Rutinaria</li> <li>· Niveles de servicio</li> <li>· Pesos y medidas</li> </ul>	Ficha Técnica		

## **CAPÍTULO IV**

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO VIAL**

#### **4.1.1 Generalidades**

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de su unidad ejecutora el PROVIAS NACIONAL, es el encargado de la construcción, rehabilitación, conservación y mantenimiento de la Red Vial Nacional. Bajo la modalidad de tercerizar la conservación vial, se firmó el contrato N° 069-2012-MTC/20 para el “Servicio de Gestión y Conservación Vial del Corredor Vial : Emp. PE-04B (Hualapampa) – Huarmaca – Sondor – Huancabamba – Curilcas – Socchabamba – Vado Grande / Canchaque – Huancabamba / Sondor – Tabaconas – Emp. PE-5N (Ambato)”, de una longitud de 540 Kms., abarcando geográficamente territorios de las regiones de Piura y Cajamarca.

El servicio consiste en la gestión vial y la conformación de un pavimento de solución básica en toda la longitud del corredor y en el ancho existente, sin realizar trabajos de explanaciones a excepción de puntos críticos, que serán atendidos por actividades de emergencia. La gestión vial detalla la planificación, ejecución de las actividades de mantenimiento y/o conservación vial, conformación del pavimento de solución básica y el mantenimiento rutinario posterior, con un periodo de vigencia de contrato de 05 años.

El pavimento conformado presenta una estructura compuesta por las siguientes capas, de abajo hacia la superficie:

- Capa de afirmado para transitabilidad
- Capa Base estabilizada
- Mortero asfáltico (Slurry Seal)



En el tramo Canchaque – Huancabamba, en toda su longitud de 63.30 Kms, se programó ejecutar la conformación de éste tipo de pavimento, según lo determinado en los términos del contrato de gestión y conservación vial.

#### **4.1.2 Ubicación de la zona de estudio**

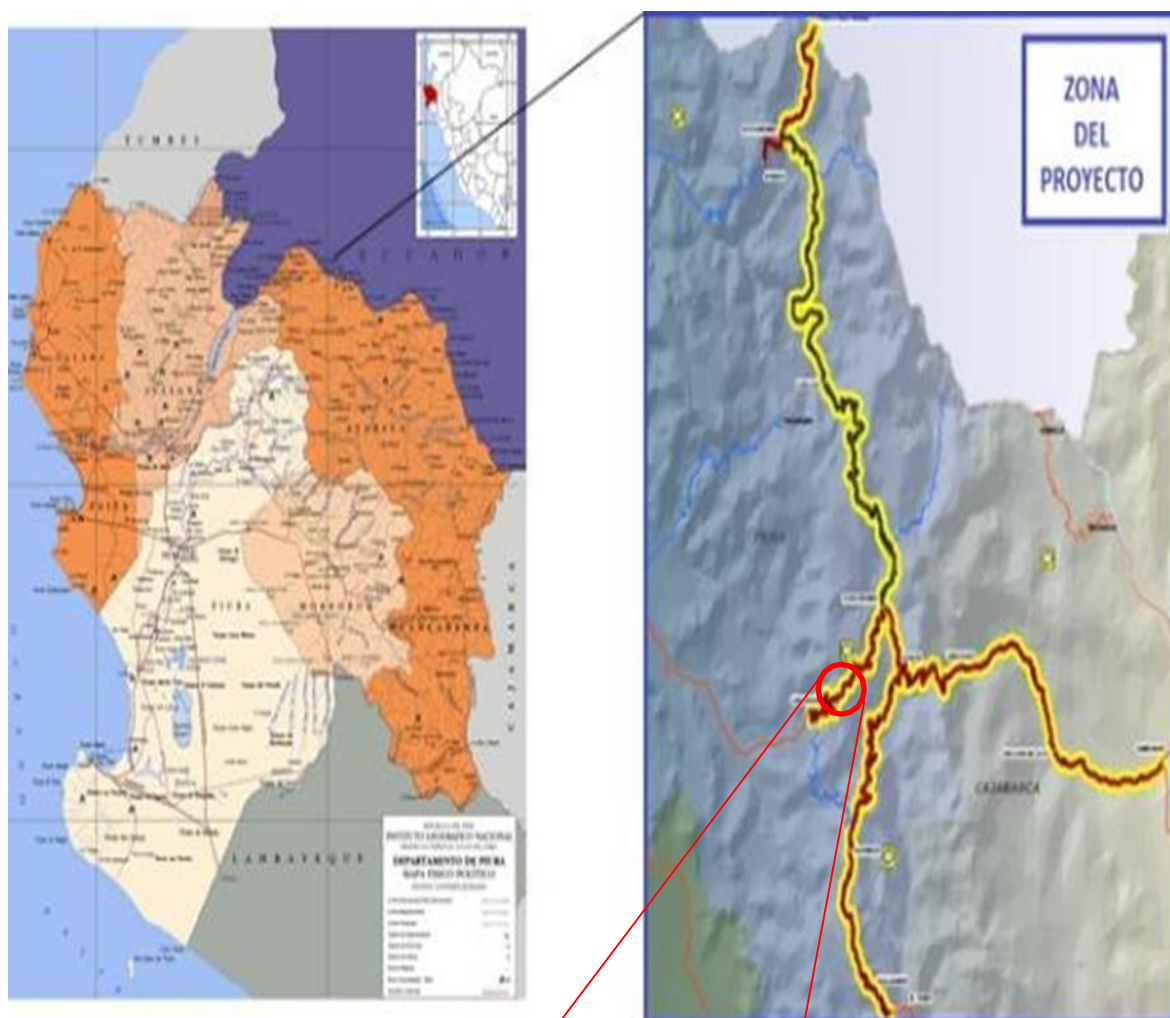
El área de estudio de la carretera Canchaque – Huancabamba, entre los Kms. 80+000 a 115+000, se encuentra ubicada en el norte del país, en la región de Piura, con microclima típico de alta humedad, persistentes lloviznas entre enero y junio (invierno) y verano (julio a diciembre), la altitud específica del sector se encuentra enmarcada entre los 1201.9 y 1973.1 msnm.

Se puede acceder a la zona de estudio por vías aérea y terrestre, desde la ciudad de Lima en un periodo de tiempo de 4.0 Hrs., siguiendo la ruta con el detalle a continuación:

- Lima – Piura : vía aérea (1.5 Hrs).
- Piura – Canchaque : vía terrestre (Carret. pavimentada, 2.5 Hr)

Se adjunta a continuación en la Figura N° 1 la ubicación geográfica del corredor vial: Emp. PE-04B (Hualapampa) – Huarmaca – Sondor – Huancabamba – Curilcas – Socchabamba – Vado Grande / Canchaque – Huancabamba / Sondor – Tabaconas – Emp. PE-5N (Ambato), y se resalta en círculo el tramo comprendido entre los Kms. 80+000 a 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba, población del presente estudio:

Figura N° 3 – Ubicación del corredor vial y zona de estudio



Fuente: elaboración propia

**Zona de estudio**

## **4.2 EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTO**

### **4.2.1 Evaluación PCI**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, sus siglas en inglés) fue inicial y originalmente planteado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en 1978, y constituye actualmente en el método más completo para la evaluación y cuantificación numérica y objetiva de pavimentos flexibles y rígidos, dentro de los modelos de evaluación

disponibles. El método es de fácil implementación y ejecución, no requiriendo de herramientas sofisticadas; el proceso se realiza íntegramente en forma manual y otorga información altamente confiable sobre los tipos de fallas que se presentan en el pavimento, su grado de severidad y la extensión del área afectada. El procedimiento otorga gran confiabilidad de resultados obtenidos.

El objetivo es poder determinar el estado en el que se encuentra el pavimento entre las progresivas 80+000 a 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba, para conocer sus niveles de serviciabilidad y poder determinar las alternativas de intervención que se requiere ejecutar en el pavimento para lograr la funcionabilidad durante el tiempo de vida útil diseñado.

Las actividades desarrolladas en campo para efectos de la medición del deterioro del pavimento, se realizó mediante la obtención del valor de la Condición del Pavimento (PCI), para lo cual anticipadamente se determinaron los sectores para evaluación.

Fotografía N° 4 – Evaluación superficial de pavimento, Km. 97+400



Las actividades de gabinete se desarrollaron teniendo como base a la interpretación de los datos obtenidos en campo, donde se identificó las fallas en el pavimento, el grado de deterioro y la magnitud de cada una.

## **Metodología**

El estado o condición superficial de un pavimento representa para el usuario el mal o buen estado de funcionalidad de la vía, y se expresa mediante el proceso de deterioro natural o del grado de envejecimiento de la capa o superficie de rodadura.

Para la realización de las actividades de evaluación del pavimento se empleará la metodología normada por ASTM, cuya designación es D5340-98, que consiste en determinar del Índice de Condición del Pavimento (PCI), y complementariamente usando la norma ASTM D6433-99 (Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys). A continuación se detalla la metodología empleada:

El índice de condición del pavimento (PCI), constituye la representación de la condición del pavimento en modo numérico, cuyo parámetro oscila entre 0 y 100. Se define con cero (0) a la peor condición posible de un pavimento, y se define con 100 a la mejor condición posible del pavimento.

La evaluación de la condición de un pavimento es una descripción visual de la condición actual, como un estado actual del PCI que varía de “fallado” a “excelente”, como se grafica claramente en la tabla siguiente:

Tabla N° 1 – Escala de Evaluación y calificación del PCI

Valor		Evaluación
De	a	
85	100	Excelente
70	85	Muy bueno
55	70	Bueno
40	55	Aceptable
25	40	Malo
10	25	Muy malo
0	10	Fallado

Fuente : Robles, Raúl (2015)

#### **Deterioro del pavimento:**

Es un indicador de las etapas de deterioro originado por las cargas que le transfieren los vehículos a la estructura del pavimento, factores ambientales, deficiencias en los procesos constructivos o una combinación de estos factores. Las típicas fallas son: baches, fisuras y grietas, ahuellamientos y grado de envejecimiento (oxidación) de la superficie de rodadura de un pavimento.

#### **Sección del pavimento:**

La sección del pavimento trata de un área continua del pavimento, que presenta características uniformes de construcción, de mantenimiento, antecedentes y condiciones externas. Una sección elegida debe de tener el mismo volumen de tráfico vehicular y la misma intensidad de cargas.

### **Unidad de muestra para evaluación:**

Se trata de una división de una determinada sección del pavimento que posea una dimensión estándar, ejemplo:

Cuadro N° 2 – Dimensión o tamaño de muestra

Tipodepavimento	Tamaño de muestra		
	Ideal	Mínimo	Máximo
Pavimento rígido	20 losas	12 losas	28 losas
Pavimento flexible	450 m2	270 m2	630 m2
Pavimento mixto			

Fuente : Robles, Raúl (2015)

Cuadro N° 3 – Tamaño de muestra

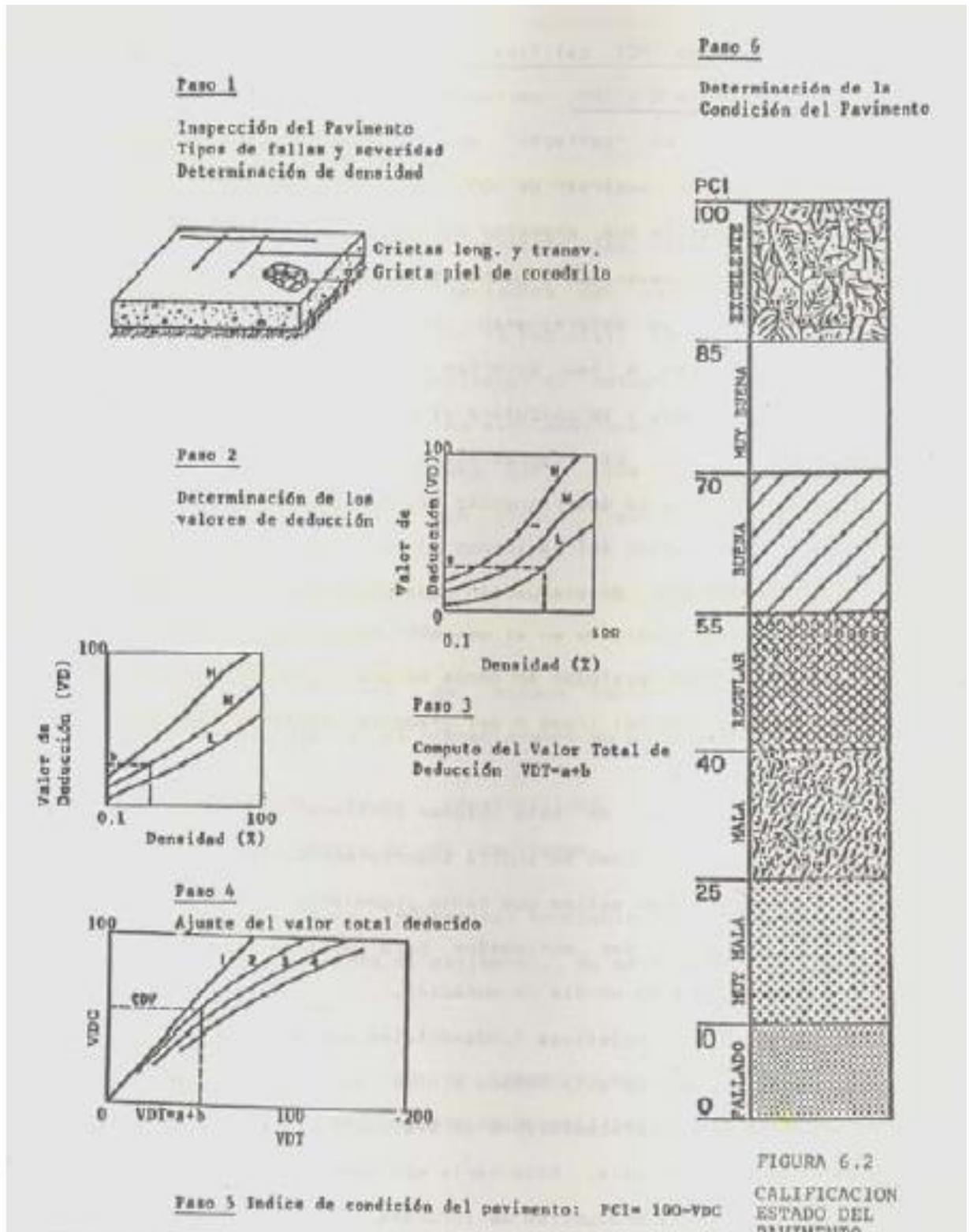
Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Apuntes del curso de Gestión de Conservación Vial. UNI (2011, p.14)

### **Procedimiento de Evaluación:**

Un resumen del método de trabajo realizado y definida en 6 pasos se presenta a continuación, sintetiza en el gráfico siguiente:

Gráfico N° 2 – Procedimiento de evaluación PCI



Fuente : Robles, Raúl (2015)

**Paso 1: Determinar la cantidad o número de muestras y el área o dimensión de cada sección para evaluación del PCI.**

La práctica inicial es determinar la sección de la unidad de muestra para hacer la medición de PCI, se encuentra en relación al ancho de la calzada de la vía; en el caso del presente estudio, siendo el ancho promedio de calzada de 5.00 m., se ha definido la longitud de la muestra en 46 m., haciendo un área de evaluación de 230 m<sup>2</sup>.

**Paso 2: Identificar el tipo de falla, la medición del grado de severidad y su magnitud en el pavimento.**

En la evaluación visual del pavimento se debe incluir los aspectos siguientes:

a. Equipo:

- Odómetro manual
- Regla de madera.
- Cinta métrica

b. Procedimiento:

Se evalúa una unidad de muestra para dimensionar el tipo, la cantidad, densidad y severidad de las fallas presentes de acuerdo con el Manual de Daños, registrándose la información en el o los formatos para cada muestra. Se debe contar con experiencia previa en el conocimiento de los distintos tipos de fallas y seguir rigurosamente las definiciones y procedimientos de medida o evaluación de daños. Se utiliza un formato o también llamado “hoja de relevamiento información de exploración PCI” para cada unidad analizada y en cada renglón de los formatos se registra un tipo de falla, su dimensión y su grado o estado de severidad.

**Paso 3: Establecer el “Valor de deducción” para cada tipo de falla analizada, partiendo de su nivel de severidad, de su densidad y del gráfico correspondiente.**

**3.1 Cálculo del Valor de deducción (VD)**

**3.1.a.** Totalizar cada tipo de falla y establecer el grado de severidad y registrar en la respectiva columna del formato o certificado de evaluación.



A la falla existente se debe medir en su respectiva unidad: el área, la longitud, etc.

**3.1.b.** Dividir la cantidad o densidad de cada tipo de falla, en cada grado de severidad o magnitud, entre el área total de la unidad de muestreo y expresar el resultado en porcentaje.

**Paso 4: Cálculo del valor de deducción total (VDT),**

Consiste en la suma simple de todos los valores de deducción obtenidos por cada tipo de falla.

**Paso 5: Cálculo del valor de deducción corregido (VDC),**

Se encuentran en relación o función del VDT y del número de valores de VDT que sean superiores a cinco (5) (valor “q”).

**Paso 6: Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).**

Para este paso se emplea el gráfico de “VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO”, a la que se accede con el valor de VDT, se proyecta una línea y se intercepta la Curva con el valor de “q” correspondiente, determinando en el lado izquierdo el “Valor de Deducción Corregido (VDC)”, el mismo que será restado de 100.

Tabla N° 2 - Tipos de Falla en la evaluación PCI

Falla N°	Descripción	Unidad
1	Grietas tipo Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones - Hundimientos	m
5	Corrugaciones	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grietas de borde	m
8	Grietas de reflexión de juntas	m
9	Desnivel de calzada - hombrillo	m
10	Grietas longitudinal y/o transversal	m
11	Baches y zanjas reparadas	m <sup>2</sup>
12	Agregados pulidos	N°
13	Huecos	m <sup>2</sup>
14 (*)	Cruce de rieles	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
17	Grietas de deslizamiento	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Disgregación y desintegración	m <sup>2</sup>

(\*) Reemplazar por acceso a Puentes, Pontones y Rejillas de Drenaje.

Fuente : Robles, Raúl (2015)

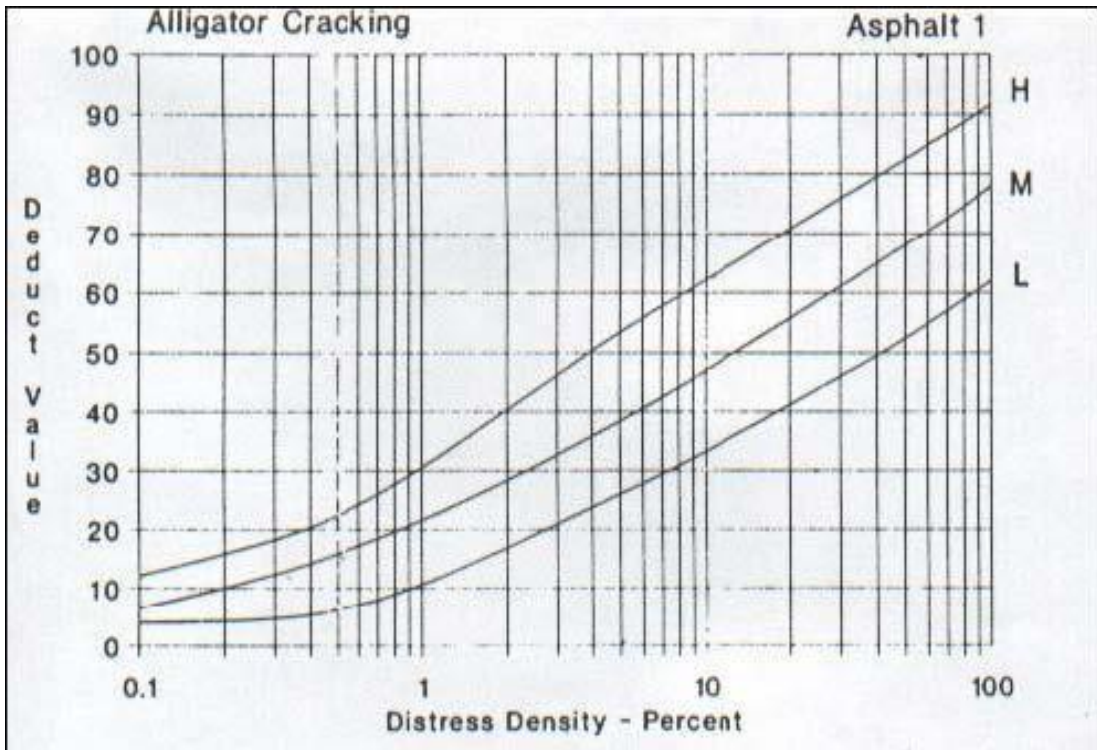
A continuación se presenta los diferentes estados de clasificación del pavimento en función del valor del índice PCI:

Tabla N° 3 - Escala del PCI (ASTM D 6433)

PCI	CONDICION
100	Excelente
85	Muy Bueno
70	Bueno
55	Aceptable
40	Malo
25	Muy Malo
10	Inaceptable
0	Inaceptable

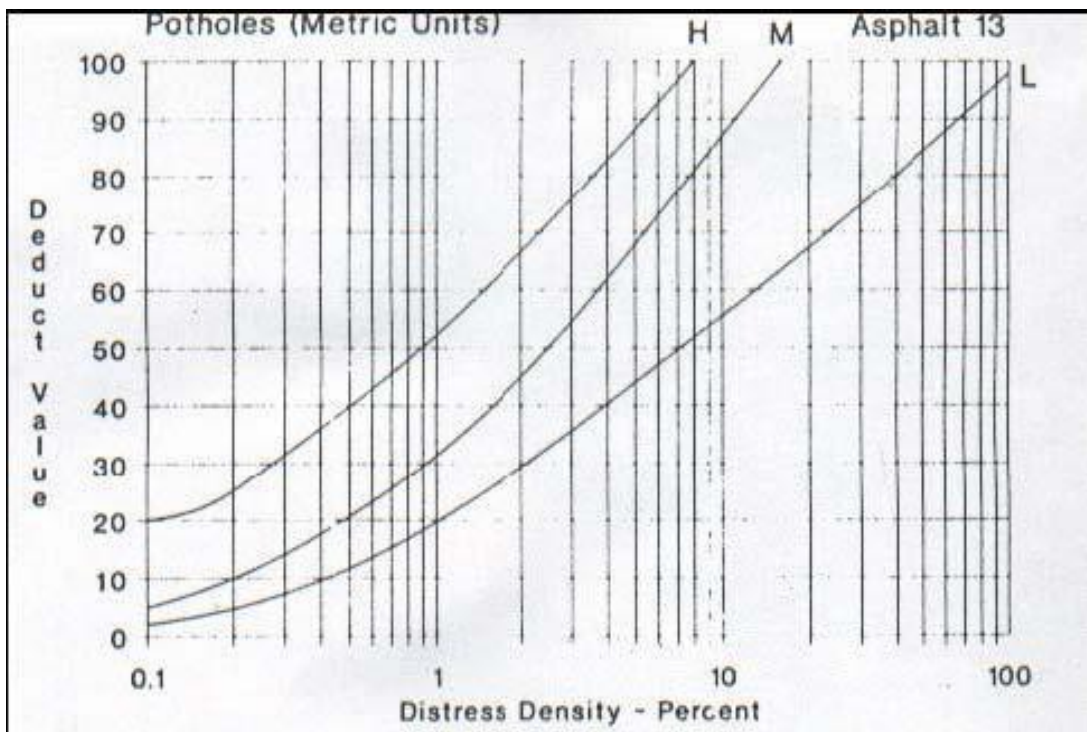
Fuente : Robles, Raúl (2015)

Figura N° 4 – Gráfico del Valor de Deducción para Piel de Cocodrilo – Falla 1



Fuente : Robles, Raúl (2015)

Figura N° 5 – Gráfico de Valor de Deducción para Huecos – Falla 13



Fuente : Robles, Raúl (2015)

Figura N° 6 – Gráfico de Valor de Deducción Corregida

Fuente : Robles, Raúl (2015)

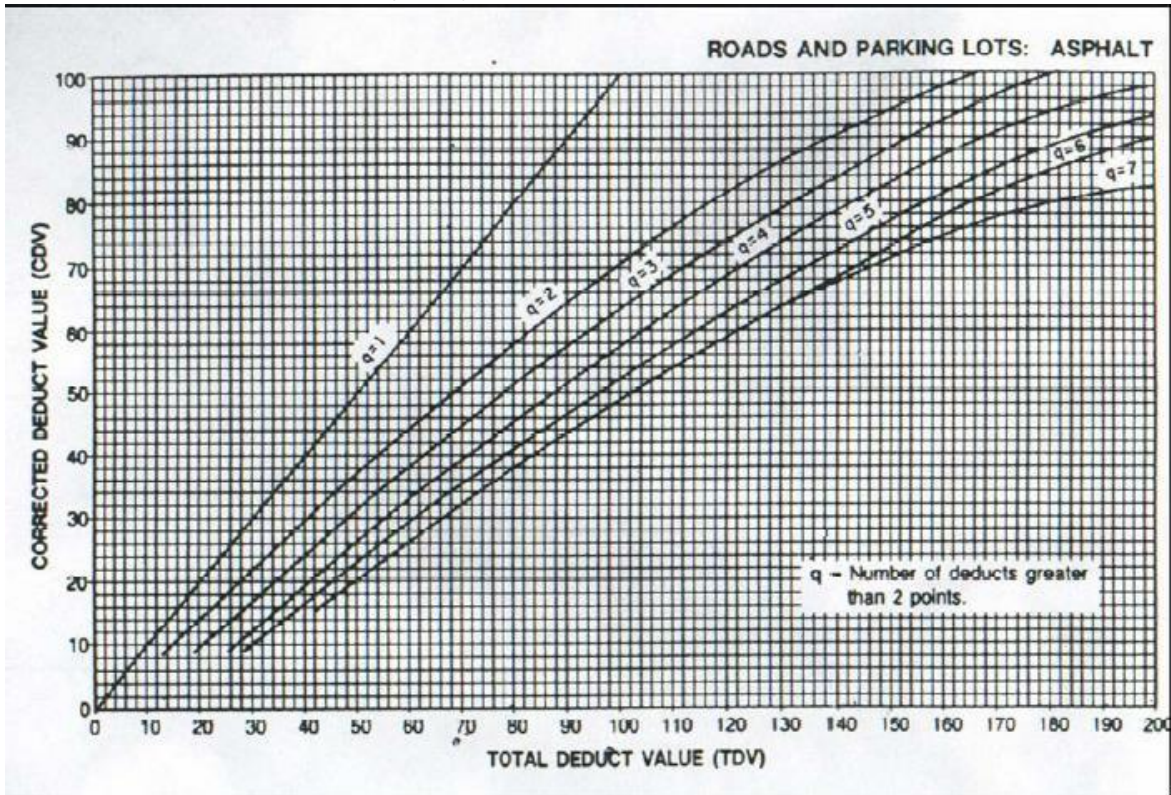


Tabla N° 4 – Unidades de muestreo para evaluación PCI

N°	Sector	Área de muestra (m2)	Progresivas de muestreo	Código de muestra
1	80+000 a 85+000	230.00	82+000 a 82+046	M-1
2	85+000 a 90+000	230.00	87+200 a 87+246	M-2
3	90+000 a 95+000	230.00	92+400 a 92+446	M-3
4	95+000 a 100+000	230.00	97+500 a 97+546	M-4
5	100+000 a 105+000	230.00	102+700 a 102+746	M-5
6	105+000 a 110+000	230.00	107+800 a 107+846	M-6
7	110+000 a 115+000	230.00	112+900 a 113+946	M-7

Fuente : elaboración propia

Tabla N° 5 – Resumen de evaluación de pavimento con método PCI

N°	Tipo de falla	Cantidad			Total	Densidad (%)	CDT	CDV	PCI	Calificación
1	1M	7.65	1.5		9.15	3.98	36	63	37	Malo
2	1H	7.28			3.17	3.17	46			
3	11L	0.33	22.05		22.38	9.73	17			
4	1H	53.55			53.55	23.29	72	74	26	Malo
5	11L	11.03			11.03	4.79	9			
6	1H	4.69			4.69	2.04	41	46	54	Regular
7	11M	1.46			1.46	0.63	8			
8	13L	0.56	0.42		0.98	0.43	10			
9	13M	0.35			0.35	0.15	7			
10	1H	25.55	10.85		36.35	15.83	67	67	33	Malo
11	1L	1.08			1.08	0.47	6	66	34	Malo
12	1H	23.28			23.28	10.12	62			
13	11L	1.10			1.10	0.48	1			
14	1H	2.64	2.34	4.08	9.06	3.94	49	51	49	Regular
15	11L	13.75			13.75	5.98	12			
16	1H	40.95			40.95	17.81	68.9	69	31	Malo

Fuente : elaboración propia

### **Resultados de Evaluación por muestra:**

#### **Muestra M-1:**

Las fallas encontradas en el tramo analizado son: Piel de cocodrilo y Baches. La falla con mayor incidencia en esta unidad de muestreo son los Baches, con una dimensión de falla de 22.38 m<sup>2</sup>.

El número de valores deducidos es 3 y el Valor Deducido Total es 99, partiendo de esto interpolamos en la Figura N° 6, de donde obtendremos que el valor deducido corregido es 63.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 37, lo que determina una clasificación de pavimento como Malo.

Fotografía N° 5 – Falla Piel de Cocodrilo y Baches, Km. 82+040



**Muestra M-2:**

Las fallas encontradas en esta muestra son del tipo Piel de cocodrilo de malla pequeña y Baches. Debido a factores de infiltración de aguas de la cuneta hacia la estructura del pavimento, resultando los Baches la falla con mayor presencia en esta unidad analizada, con un área total de falla de 11.03 m<sup>2</sup>.

El número de valores deducidos es 2 y el Valor Deducido Total es 81, con esto se interpola en la Figura N° 6, obteniendo el valor deducido corregido de 74.

El Índice de Condición de Pavimento determinado es 26, lo que representa una condición de pavimento Malo.

Fotografía N° 6 – Falla tipo Baches, Km. 87+260



**Muestra M-3:**

Las fallas presentes en esta muestra son del tipo: Piel de cocodrilo de malla media y Baches superficiales. La falla con mayor incidencia en la muestra es del tipo Piel de cocodrilo con una área de falla de 4.69 m<sup>2</sup>.

El número de valores deducidos es de 4 y 66 el Valor Deducido Total; luego interpolamos en la Figura 6, obtenemos que el valor deducido corregido es 46.

Determinando el Índice de Condición de Pavimento como 54, lo que representa una clasificación de estado de pavimento como Regular.

Fotografía N° 7 – Falla tipo Piel de cocodrilo, Km. 92+430



**Muestra M-4:**

El tipo de falla encontrada en esta muestra es del tipo Piel de cocodrilo, de malla pequeña, con un área total de 36.65 m<sup>2</sup>.

El número del valor deducido es 1 y 67 el Valor Deducido Total, con lo que se obtiene el mismo valor del valor deducido corregido.

El Índice de condición de pavimento se determina en 41, lo que representa un estado de pavimento de Malo.



Fotografía N° 8 – Falla tipo Piel de cocodrilo, Km. 97+545



**Muestra M-5:**

Los tipos de fallas encontradas en la presente muestra son: Piel de cocodrilo de malla pequeña y Baches. Resaltando el tipo de falla con mayor incidencia en esta unidad la falla tipo Piel de cocodrilo con una área total de 24.36 m<sup>2</sup>.

El número resultante de valores deducidos es 2 y en 68 el Valor Deducido Total, con lo que se interpola en la Figura 6, obteniendo el valor deducido corregido en 66.

Como consecuencia el Índice de Condición de Pavimento es 34, lo que representa un estado de pavimento como Malo.

Fotografía N° 9 – Falla tipo Piel de cocodrilo, Km. 102+720



**Muestra M-6:**

Las fallas existentes en la sección analizada son: Piel de cocodrilo y Baches superficiales. Resultando ser los Baches la falla con mayor incidencia en esta unidad con una área total de falla de 13.75 m<sup>2</sup>.

El número de valores deducidos es 2 y 61 el total de Valor Deducido, luego se interpola en la Figura 6, de donde obtenemos el valor deducido corregido como 5.

El Índice de Condición de Pavimento determinado es 49, lo que determina una clasificación de Regular de pavimento.

Fotografía N° 10 – Falla tipo Baches, Km. 107+815



**Muestra M-7:**

Las fallas analizadas en esta unidad son: Piel de cocodrilo de malla media a pequeña, con un área total de falla de 40.95 m<sup>2</sup>.

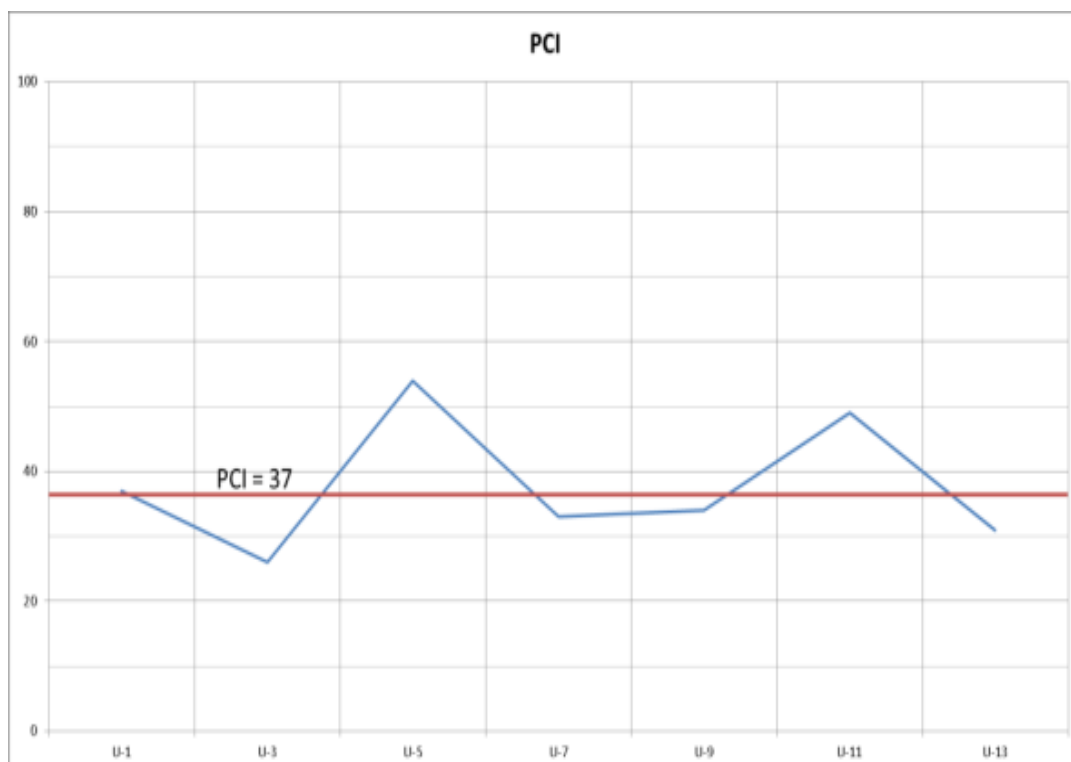
El número de valores deducidos es determinado como 1 y el Valor Deducido Total es definido como 69, con lo que se obtiene idéntico valor para el valor deducido corregido.

Se determina el Índice de Condición de Pavimento en 31, lo que representa un estado de pavimento Malo.

Fotografía N° 11 – Falla tipo Piel de Cocodrilo, Km. 112+950

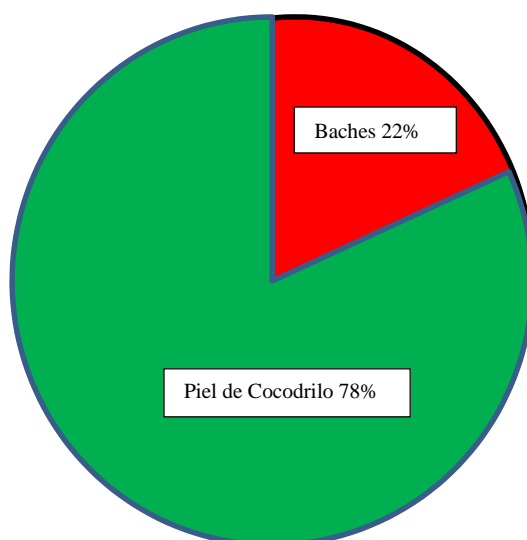


Figura N° 7 – PCI promedio de las secciones analizadas



Fuente : elaboración propia

Figura N° 8 – Tipo y porcentaje de fallas en pavimento



Fuente : elaboración propia

#### **4.2.2 Evaluación IRI**

El IRI (Índice de Rugosidad Internacional), es definido como la sumatoria de aceleraciones verticales no deseadas que siente el usuario cuando transita por una carretera, estas oscilaciones son provocadas por irregularidades del perfil longitudinal real respecto al perfil teórico de diseño del proyecto. Para obtener el IRI se utilizó el equipo Bump Integrator (B.I.) instalado en una unidad camioneta pick up doble cabina, previamente calibrado.

Existen en la actualidad diversos métodos para medir la rugosidad, los cuales corresponden a diferentes tipos de equipo utilizado. La mayoría de los datos de rugosidad que se realizan en el mundo se obtienen utilizando el método de un vehículo o similar.

Las actividades para la evaluación de la funcionalidad de la superficie de la vía han consistido en la medición de la rugosidad del pavimento existente, mediante el uso del equipo Bump Integrator (B.I.), rugosímetro del tipo respuesta.

El concepto del IRI se define como la representación de un modelo matemático, que simula el movimiento del sistema de suspensión acumulada de un vehículo (modelo de cuarto de coche), al transitar por un tramo o determinada longitud de perfil de una carretera, a una velocidad constante de 80 Km/h. Las unidades en las que se mide este valor son m/Km o dm/Hm.

### **Metodología para la medición:**

La evaluación del IRI de un pavimento se determina siguiendo cuatro pasos que se detallan a continuación:

1. La evaluación física de un tramo de vía de simple perfil longitudinal.
2. Este perfil se filtra utilizando la media móvil sobre la base de 250 mm de longitud. La filtración asemeja el efecto de la deformación de los neumáticos del vehículo.
3. El perfil que resulta nuevamente se vuelve a filtrar mediante simulaciones del método del cuarto de auto. Esta nueva simulación registra la respuesta de un automóvil "ideal", que circula en el tramo del perfil analizado a 80 km/h de velocidad.
4. El IRI determinado en m/km es calculado como la oscilación o movimiento acumulado en metros de la suspensión del automóvil "ideal", y luego se divide por la longitud del tramo transitado en km.

Se presenta a continuación el resumen de la medición de IRI, utilizando el equipo Bump Integrator, entre las progresivas 80+000 a 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba:

Tabla N° 6 – Resumen de evaluación IRI

MEDICIÓN DEL IRI CON EQUIPO BUMP INTEGRATOR						
ESTUDIO	: Evaluación superficial del pavimento en la carretera Canchaque - Huancabamba (Km 80+000 a Km 115+000)					
OPERADOR	: Personal de laboratorio					
TRAMO	: CANCHAQUE - HUANCABAMBA					
FECHA	: 15/07/2017					
SUPERFICIE RODADURA A NIVEL DE SLURRY SEAL						
PROGRESIVA					IRI (m/km)	OBSERVACIONES
INICIAL	FINAL	IZQUIERDA	DERECHA	PROMEDIO		
085+000	085+100	756	725	741	7.2	Supera límite
085+100	085+200	566	766	666	6.7	Supera límite
085+200	085+300	1078	956	1017	9.2	Supera límite
085+300	085+400	884	868	876	8.2	Supera límite
085+400	085+500	565	667	616	6.3	Supera límite
085+500	085+600	1454	1080	1267	10.9	Supera límite
085+600	085+700	1385	1053	1219	10.6	Supera límite
085+700	085+800	1230	959	1095	9.7	Supera límite
085+800	085+900	689	816	753	7.3	Supera límite
085+900	086+000	1835	1244	1540	12.9	Supera límite
097+000	097+100	281	392	337	4.3	Supera límite
097+100	097+200	258	320	289	4.0	Supera límite
097+200	097+300	256	272	264	3.8	Supera límite
097+300	097+400	237	312	275	3.9	Supera límite
097+400	097+500	176	1801	989	9.0	Supera límite
097+500	097+600	725	724	725	7.1	Supera límite
097+600	097+700	510	615	563	5.9	Supera límite
097+700	097+800	140	173	157	3.0	
097+800	097+900	115	142	129	2.8	
097+900	098+000	175	241	208	3.4	
099+000	099+100	140	178	159	3.1	
099+100	099+200	135	170	153	3.0	
099+200	099+300	271	438	355	4.5	Supera límite
099+300	099+400	103	134	119	2.8	
099+400	099+500	122	149	136	2.9	
099+500	099+600	278	314	296	4.0	
099+600	099+700	121	221	171	3.2	
099+700	099+800	103	133	118	2.8	
099+800	099+900	159	252	206	3.4	
099+900	100+000	124	120	122	2.8	
112+000	112+100	75	100	88	2.6	
112+100	112+200	67	105	86	2.5	
112+200	112+300	157	223	190	3.3	
112+300	112+400	49	106	78	2.5	
112+400	112+500	68	120	94	2.6	

112+500	112+600	110	138	124	2.8	
112+600	112+700	70	88	79	2.5	
112+700	112+800	78	96	87	2.6	
112+800	112+900	87	115	101	2.7	
112+900	113+000	116	124	120	2.8	

Fuente : Laboratorio de Suelos y Pavimentos MTC.

Se puede apreciar de los resultados de la tabla anterior que, desde la progresiva 85+000 a 97+600 los valores de IRI superan los máximos exigidos para una carretera pavimentada en un valor de 3.5 m/Km , con lo que se determina que existe problemas de estructura de pavimento que se transmiten en la superficie del pavimento.

### **Fallas en pavimento**

Las fallas más comunes encontradas en la evaluación superficial del pavimento de la carretera Canchaque – Huancabamba, específicamente en los Kms. 80+000 al 115+000 son:

#### **Baches (huecos):**

Los baches o huecos, son producto de la consecuencia normal del desgaste o del deterioro de la capa superficial del pavimento. Cuando se originan su tamaño es pequeño, por efectos del tránsito su dimensión aumenta y se reproducen en cadena en toda la superficie del pavimento (1).

#### **Grietas tipo Piel de Cocodrilo:**

La falla tipo piel de cocodrilo está conformada por grietas o fisuras que forman polígonos irregulares de ángulos agudos. Puede ser en un inicio de poca gravedad, mostrando polígonos incompletos, de fisuras no unidas o no conectadas. El tamaño de la malla disminuye, luego por efecto de las condiciones climáticas y del tráfico, las paredes de las fisuras se abren y se observan pérdida de materiales en los bordes (1).



## **Fisuras y Grietas**

Las fisuras y grietas son fracturas del pavimento y deben su origen a retracción de temperatura de la mezcla asfáltica y que hace que pierda flexibilidad, también a un exceso de filler, por el natural envejecimiento del asfalto, por reflexión de fisuras o grietas de las capas internas y por la apertura de juntas de construcción defectuosas. La diferencia entre fisuras y grietas es la magnitud o ancho de separación entre las paredes (1).

## **Ahuellamiento**

Son deformaciones en la superficie de rodadura, con características de depresiones longitudinales continuas, debido a deficiencias estructurales o localizadas (1).

(1) MTC, Manual de Mantenimiento o Conservación Vial, Lima, Perú, (2014, p. 71-83).

### **4.2.3 Evaluación de Tráfico**

En el mes de diciembre de 2016 se ha realizado la actividad de control de pesos y medidas en la Estación de Palambra, ubicada a la altura del Km 79+470, en las afueras de la localidad de Palambra, Distrito de El Faique, Provincia de Huancabamba, Región Piura, antes del inicio del tramo en estudio.

El adecuado control de pesos y medidas permite que la estructura del pavimento tenga un comportamiento funcional y estructural de acuerdo a las características de su diseño y puede llegar a incrementar la vida útil de la carretera, con lo cual también se logra mitigar los altos costos de mantenimiento rutinario y periódico.

## Estación Palambra: (Km. 79+600)

En la presente estación se ha identificado y reportado cada tipo de vehículo que ha transitado por la carretera Canchaque – Huancabamba, durante el mes de diciembre 2016, según el siguiente detalle:

Tabla N° 7 – Control de vehículos – Diciembre 2016

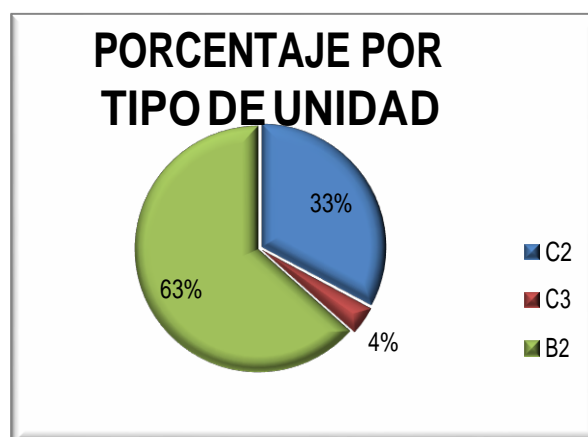
Tipo de Vehículo	Mes de Diciembre 2016																												Total
	1	2	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	25	26	27	28					
Bus (B2)	10	7	14	9	9	12	11	5	7	7	14	5	12	11	11	9	11	9	14	10	17	10	10	21	255				
Camión (C2)	3	4		7	10	4	3	10	3	10	8	8	1	1	5	5	9	11	3	4	3	7	5	8	132				
Camión (C3)					1	1	1		1							1		2		4	1	2	1		15				
Totales	13	11	14	16	20	17	15	15	11	17	22	13	13	12	16	15	20	22	17	18	21	19	16	29	402				

Fuente : elaboración propia

Se puede observar que en el mes de diciembre 2016 han transitado 402 vehículos por la vía Canchaque – Huancabamba, predominando los Buses de 02 ejes en un 63%, Camiones de 02 ejes en 33% y Camiones de 03 ejes con 4%; se presenta a continuación el resumen de unidades controladas y el gráfico de porcentaje:

Gráfico N° 3 – Resumen de tráfico y porcentaje

jul-16	TIPO (*)	CANTIDAD
	C2	132
	C3	15
	B2	255
	<b>TOTAL</b>	<b>402</b>



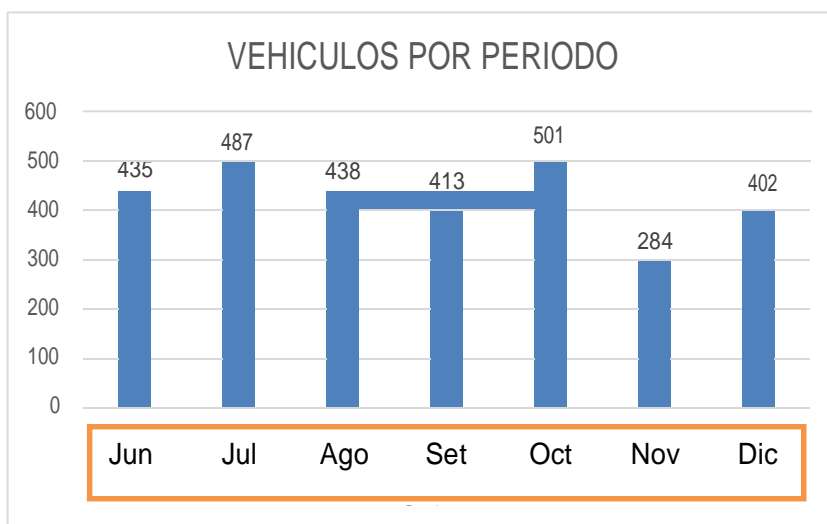
Resumen del flujo vehicular en la Estación 01 en el mes de diciembre 2016.

Predominancia de tipo de vehículos en la estación Palambra

Fuente : elaboración propia

Se observa también que, en el mes de diciembre hubo un aumento considerable respecto al flujo de vehículos, en comparación al mes de noviembre:

Gráfico N° 4 - Cantidad de vehículos controlados



Fuente: elaboración propia

Con referente al sobrepeso vehicular se tiene que 50 vehículos han sobrepasado su capacidad en el mes de diciembre del 2016.

Tabla N° 8 - Cantidad de vehículos con sobrepeso en el mes de Diciembre del 2016

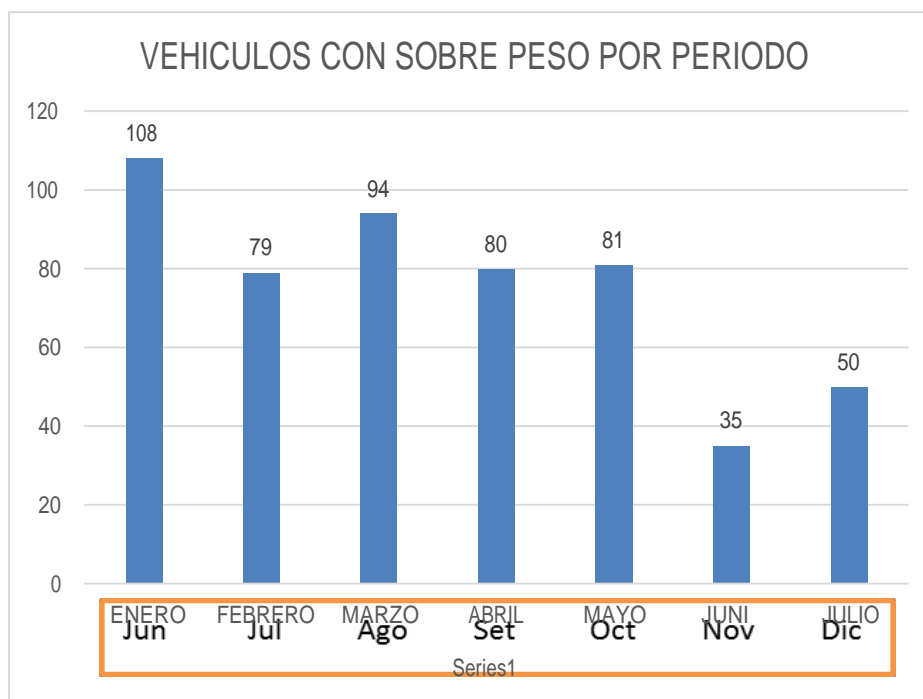
	TIPO (*)	CANTIDAD	TOTAL
Dic 2016	C2	40	
	C3	10	
	B2	0	
			50

Fuente : elaboración propia

Del siguiente cuadro se infiere que, a pesar de registrarse una disminución considerable en la cantidad de vehículos con sobrepeso para el presente mes se mantiene la incidencia de sobrepeso vehicular, para lo cual se

continuará con las campañas de sensibilización por parte del Contratista – Conservador y la Supervisión.

Gráfico N° 5 - Historia de Sobrepeso vehicular mensual en la estación Palambla  
Junio - Diciembre 2016



Fuente: elaboración propia

### 4.3 EVALUACIÓN DE FACTORES EXTERNOS E INTERNOS

#### 4.3.1 Características del entorno geológico – geotécnico

##### 4.3.1.1 Geología

###### 1. Geología regional

Regionalmente en lo que respecta a geología, la carretera Canchaque – Huancabamba se encuentra dentro del Cuadrángulo de Huancabamba, ubicado dentro del Boletín N° 39, y que comprende los Cuadrángulos Geológicos de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca, del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) en 1980. Específicamente el

área donde se encuentra emplazada la carretera Canchaque – Huancabamba y el sector de las progresivas 80+000 a 115+000, está comprendido en el Cuadrángulo Geológico de Morropón (11 – d).

La accesibilidad a la zona de estudio en la carretera Canchaque – Huancabamba, se realiza vía aérea desde Lima hasta la ciudad de Piura en un tiempo de vuelo de 1.5 horas, para luego en movilidad terrestre desplazarse por una carretera pavimentada a nivel de asfalto, partiendo de Piura y siguiendo el itinerario de los centros poblados del Cincuenta – Buenos Aires - Canchaque, con un tiempo de viaje de 2.5 horas, haciendo una totalidad de viaje de 4.0 horas desde la ciudad de Lima hasta la localidad de Canchaque, en la provincia de Huancabamba, en la Región de Piura.

Según el INGEMMET en su Boletín N° 39 de la Geología de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca (1980, p. 1-3), la evolución morfológica en la región ha desarrollado las siguientes unidades: Valles fluviales, Depresión Para-Andina, Colinas sub-andinas, superficie Puna, Cordillera Occidental y Cordillera de Sallique.

Las unidades litoestratigráficas que se encuentran expuestas en la región, determinan un basamento metamórfico, conformado por gneises del Complejo Marañón de edad Precámbrica, suprayacendo afloramientos de esquistos del Complejo de Olmos, filitas con metavolcánicos del grupo Salas y rocas metamórficas cuarcitas con filitas de la formación Río Seco, de edad Paleozoico inferior.

A inicios de la era Mesozoica la sedimentación se produjo en tres cuencas separadas por relieves positivos emergidos: 1) la Cuenca Ñaupe, ubicada en el lado suroccidental, que incluye a la formación La Leche (calizas) de Triásico-Jurásico, Savila (areniscas) del Jurásico-Cretácico inferior, Chimú (cuarcitas) del Cretáceo inferior y la formación Chignia (volcánico-calcáreo) del Cretácico medio; 2) La cuenca Cajamarca, en el sector oriental, donde se depositaron el Volcánico Oyotun, del Triásico-Jurásico, la formación

Tinajones, de areniscas y microconglomerados, del Jurásico superior y Cretáceo inferior, suprayacendo rocas areniscas de la formación Farrat de edad Cretácico inferior; 3) en el sector noroccidental, la Cuenca de Lancones, que se sedimentó en todo el Cretácico con rocas lodolitas y cherts del grupo San Pedro, luego una serie de rocas volcánicas clásticas de la formación Ereó, posteriormente, las formaciones Bocana y Lancones, con una secuencia arenisca-lutácea del grupo Copa Sombrero.

En la edad Terciaria inferior a media, luego de la sedimentación de los conglomerados de la formación Yapatera, se acumularon materiales volcánicos piroclásticos de las formaciones Llama y Porculla, que virtualmente cubrió toda la extensión del área de los cuadrángulos del Boletín N° 39. Por otro lado, en la zona de Huaypirá se encuentran los límites del norte de la Cuenca Sechura, compuesta por areniscas de origen marino de la formación Verdún. En el periodo Terciario y entre el Plio-Pleistoceno, el vulcanismo y la sedimentación clástica estuvieron confinados a zonas; así se tiene al Volcánico Shimbe solo en la zona de Huancabamba (Mioceno), los sedimentos aluviales y lacustres de la formación Tambogrande y el Volcánico Huaypira de edad Pliocena a Plio-Pleistoceno.

Durante el periodo Cuaternario se sedimentaron en las partes bajas del área regional, depósitos glaciares, aluviales y fluviales.

La intrusión plutónica se ha desarrollado en dos fajas longitudinales: oriental y occidental, separadas por la depresión morfológica de Huancabamba, siendo su característica litológica predominante la tonalita-granodiorita y luego el granito. El plutónico de la faja occidental conforma el Batolito de la Costa y definen la morfología de la Cordillera Occidental, originándose su emplazamiento en el Cretácico superior.

En el aspecto tectónico, geológicamente la región presenta evidencias de tectónica en el basamento y tectónicas en cobertura. La evidencia más antigua de la tectónica de basamento, corresponde a un metamorfismo de

tipo catazonal a nivel regional, que presenta el gneis de Tabaconas, con una esquistocidad en sentido N-S, desarrollado en el periodo Precambriano.

## **2. Geología local**

La geología del tramo de carretera estudiada en el sector comprendido entre las progresivas 80+000 a 115+000, luego de la evaluación realizada en campo, se define a continuación:

### **Litología**

Los afloramientos rocosos que se encuentran dentro del derecho de vía del trazo de la carretera Canchaque – Huancabamba, se describen a continuación:

El área de estudio se inicia cerca de la localidad de Canchaque (79+500), donde la carretera presenta en el lado derecho taludes de corte desde la progresiva 80+000 hasta la progresiva 88+640, compuestos por material suelto, de granulometría fina, con alto contenido orgánico, de color marrón oscuro, suprayacendo a afloramientos rocosos de origen metamórfico y en otros sectores envolviendo a fragmentos de rocas de color gris marrón, de dureza media a alta al golpe del martillo, la altura de los taludes oscilan entre los 2 a 4 m. sobre el nivel de la rasante.

A partir de la progresiva 88+640 se puede apreciar afloramientos rocosos de color gris, de una altura que sobrepasa los 6 m., de alta dureza, compuestas por cuarcitas de color gris blanquecino, en taludes de corte casi vertical hasta de 6.0 m. esta formación litológica se aprecia en el taludes de corte del lado derecho de la vía, hasta la progresiva 89+200.

Desde la progresiva 89+200 hasta la progresiva 92+800, nuevamente se pueden apreciar taludes compuestos por material fino suelto, altamente orgánico, de color marrón, suprayacendo a afloramientos rocosos de color gris blanquecino o a fragmentos de roca que se ubican en las zonas altas del

área y que por gravedad caen a media ladera. Los materiales rocosos identificados entre las progresivas 80+000 a 92+800 corresponden al Grupo Salas (Pi-S), definido litológicamente a nivel regional como rocas metamórficas de edad paleozoico inferior (Ordovícico), compuestas por filitas de color gris marrón, intercaladas con cuarcitas, de color blanquecino, de dureza alta y conspicua.

A raíz de las condiciones de microclima a la que está sometida la zona en una gran parte del año, se observa en este sector del Km. 80+000 al 92+800 la formación de suelos finos y orgánicos, por efecto de la alta humedad de lluvias y neblina, además de la generación de materiales coluviales, producto de la erosión de afloramientos de rocas de las partes altas y que por gravedad caen a media ladera, en los cauces naturales de drenaje o sobre la plataforma de la carretera.

A partir de la progresiva 92+800 hasta el Km. 103+190, afloran rocas intrusivas clasificadas como diorita, de grano medio, que en textura macroscópica se aprecian cristales de biotita, plagioclasas de color blanquecino y en menor porcentaje el feldespatos potásico, la dureza es media en superficie y al golpe del martillo, y dureza alta en profundidad, que requiere explosivos para su fragmentación.



Fotografía N° 12– taludes de corte inestables, Km. 92+800 – 93+500



Los afloramientos rocosos se intercalan en sectores con taludes de corte de material suelto, compuestos por suelos orgánicos y fragmentos de roca en materiales coluviales, de forma angular. En el sector denominado Los Chorros, entre las progresivas 94+900 a 95+200, se aprecia un afloramiento de gabro en forma de stock, son rocas duras, de color oscuro en superficie intemperizada y de color gris oscuro en superficie fresca, en inclinación vertical, con alturas en promedio de hasta 8.0 m.

La formación litológica a la que pertenecen estos afloramientos rocosos es clasificada como Tonalitas – Dioritas Pamparumbe (Tl - t, d-p), rocas intrusivas de edad Cretácico superior – Terciario inferior.

Se puede apreciar que, luego de la evaluación de campo, en superficie las rocas intrusivas presentan alto grado de intemperismo, comprobado con la prueba del golpe del martillo, haciendo que la superficie de la roca se disgregue, por la filtración de aguas pluviales y alta humedad del ambiente; este fenómeno se aprecia básicamente en el sector del Km. 92+900 a

93+200, denominado La Sullanera, donde existe un talud inestable y punto negro de derrumbes.

Entre las progresivas 103+190 a 110+480, se aprecian en los taludes de la carretera Canchaque – Huancabamba, afloramientos rocosos de la formación Volcánico Llama (Ti-vII), compuestos en este sector de la carretera por areniscas calcáreas de color blanco amarillento, en paquetes delgados y afloramientos de brechas piroclásticas andesíticas de color gris blanquecino. El mayor afloramiento de areniscas calcáreas se encuentra en la progresiva 110+020, lugar donde se ha extraído material de préstamo de la Cantera Rumitana.

Fotografía N° 13 – Afloramientos rocosos en talud de corte, Km 93+300



En la progresiva 110+480 afloran nuevamente rocas intrusivas en los taludes del lado derecho, definidas litológicamente como dioritas, de grano medio, con cristales de biotita claramente definidos en textura macroscópica, las plagioclasas son de color blanquecino y en menor porcentaje se aprecia ortosas del feldespato potásico, la dureza es media en superficie y al golpe del martillo, y dureza alta en profundidad, que requiere explosivos para su fractura; esta litología se aprecia en un pequeño sector hasta la progresiva 111+420.

En las progresivas 111+420 a 115+000, en la zona más alta de la carretera, sobre los 3200 msnm, se aprecian nuevamente rocas de origen volcánico con brechas andesíticas, de color blanquecino, de dureza media a alta, correspondientes a la formación Volcánico Llama.

Las pendientes en este último tramo disminuyen en relación a los primeros, la geomorfología se torna más ondulada y las condiciones de clima mejoran sustancialmente por horas durante el día.

Los taludes rocosos presentan inclinación casi vertical y una altura entre los 4 a 6 m., se dificulta la conformación de cunetas a pie de talud. Los afloramientos rocosos se intercalan en sectores con taludes de corte de material suelto, compuestos por suelos orgánicos y fragmentos de roca en materiales coluviales, de forma angular.

Tabla N° 9 – Resumen de evaluación geológica

N°	Progresiva		Descripción	Estabilidad funcional
1	88+640	89+200	Talud de corte h=6m., roca Cuarcita, color gris blanquecino.	Media
2	89+200	92+800	Talud de corte suelos intercalado con rocas filitas de color gris marrón de alta dureza.	Alta
3	80+000	92+000	Suelos finos y orgánicos, con material coluvial, intercalado con afloramientos rocosos.	Baja
4	92+800	103+190	Rocas intrusivas del tipo Diorita, grano medio, cristales de biotita, plagioclasas de color blanquecino y feldespato potásico, de dureza media en superficie y alta en profundidad.	Baja

5	94+900	95+200	Roca tipo Gabro en forma de Stock, alta dureza, color oscuro en superficie intemperizada y color gris oscuro en superficie de fractura, taludes h=8 m.	Media
6	92+900	93+200	Punto crítico de estabilidad de talud de corte, lado izquierdo de la vía.	Alta
7	103+190	110+480	Rocas areniscas de color blanco amarillento en estratos delgados y afloramientos de brechas piroclásticas de color gris blanco.	Media
8	110+020		Areniscas calcáreas de color blanco amarillento (Cantera Rumitana)	Media
9	110+480	111+420	Rocas intrusivas del tipo Diorita, grano medio, cristales de biotita, plagioclasas de color blanquecino y feldespato potásico, de dureza media en superficie y alta en profundidad.	Media
10	111+420	115+000	Rocas de origen volcánico con brechas andesíticas, de color blanquecino, dureza media a alta.	Media

Fuente : elaboración propia

## Geomorfología

Los rasgos geomorfológicos que presenta la zona donde se encuentra emplazada la carretera Canchaque – Huancabamba, ha sido producto de una larga evolución, producida fundamentalmente por procesos de tectonismo, plutonismo y la erosión; a continuación, luego de la evaluación realizada, se describe la unidad geomorfológica más importante en la zona de estudio:

**Cordillera Occidental**, comprende en el área de estudio una larga extensión de territorio elevado, que alcanza una altitud de 3900 msnm., donde la parte más alta de esta unidad se encuentra al norte de Huancabamba, en la zona de las lagunas de las Huaringas.

Presenta una dirección de sur a norte, donde la estribación occidental, zona en la que está ubicada el tramo del Km 80+000 a 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba, presenta pendientes muy agrestes, con abismos profundos, por lo que el trazo de la vía en este tramo se logra con ascensos de curvas en desarrollo y con cortes de talud pronunciados.

El poblado de Canchaque se encuentra a una altitud de 1600 msnm., y desde ese punto la vía inicia un ascenso en curvas de volteo y desarrollo, hasta llegar a la parte más alta de la vía, en el sector de Cruz Blanca, a una altitud de 3200 msnm.

La Cordillera Occidental, geológicamente es un edificio de origen tectónico y que corresponde a la faja de mayor deformación de la Cordillera de los Andes del Perú, producida en el Eoceno terminal de la era Terciaria y cratonizado por el emplazamiento batolítico y se encuentra intensamente modificada por la erosión desarrollada en los periodos Plio-Pleistocena y reciente, presentando inicio de quebradas, abismos profundos, picos rocosos y conspicuos.

El drenaje existente en la zona de estudio es del tipo dendrítico, con características de pequeñas quebradas marcado por la fuerte pendiente del terreno y el tipo de litología. Por estos cauces menores circulan aguas pluviales en periodos de lluvia y por manantiales que confluyen en cauces mayores al pie de la cordillera, para finalmente circular por la planicie costera y llegar al mar.

### **Geología estructural**

Desde el punto de vista tectónico regional, la zona que abarca el Boletín N° 39 del INGEMMET, es una de las más complejas y críticas de los Andes del Perú, donde se encuentra la denominada Flexión de Huancabamba, que varía la dirección NO de la Cordillera de los Andes a una dirección NE.

En la zona de estudio del presente trabajo, no se aprecian fallas o estructuras mayores que puedan afectar la estabilidad estructural de la vía; se aprecian afloramientos rocosos con diaclasamiento en las unidades líticas identificadas entre los kms. 80+000 a 115+000.

Los fenómenos tectónicos que originaron el levantamiento u orogénesis de la Cordillera de los Andes, ocurrieron entre los periodos Cretácico y Terciario, básicamente en la fase “Incaica” del periodo Eoceno superior de la era Terciaria.

#### **4.3.1.2 Geotecnia**

En el aspecto geotécnico, la zona de estudio ubicada entre las progresivas del 80+000 al 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba, se aprecia diversidad de suelos y rocas con distinto comportamiento ingenieril, y que luego de la evaluación de campo y gabinete, donde se ha verificado sus características y propiedades físico – mecánicas, se describen a continuación:

##### **Suelos en terreno de fundación**

Para la verificación del tipo de suelos existentes en el terreno de fundación, se ha procedido a realizar excavaciones a tajo abierto cada 5000 m., considerando los alcances del estudio y de que se trata de un tema de evaluación de la influencia de factores para entender comportamientos estructurales y funcionales de un pavimento, más no para diseño de pavimentos.

Las perforaciones de campo se realizaron hasta una profundidad de 1.00 m., debido a la presencia de afloramientos rocosos a partir de esa profundidad en promedio, y de preferencia en el punto medio de cada sub-tramo o donde se requería obtener información por la variación superficial de detalles; todos los resultados se presentan en un Perfil Estratigráfico, que se adjunta al presente trabajo. De acuerdo a los resultados de laboratorio de suelos, la evaluación geotécnica se describe a continuación:

## **Método de estudio**

Las actividades desarrolladas en campo consistieron en la ejecución de prospecciones en el suelo (calicatas), cada 5000 m., extrayendo muestras representativas, que fueron transportadas al laboratorio de control de calidad del proyecto, donde fueron objeto de estudio. Los resultados obtenidos han sido analizados en gabinete, donde se definieron las características de los suelos existentes en el terreno de fundación del sector entre el km 80+000 al Km. 115+000.

## **Trabajos de campo**

Con el objetivo de establecer las características físico-mecánicas de los suelos existentes en el terreno de fundación, se realizó la prospección mediante la excavación de pozos exploratorios a “cielo abierto”. Se verificó el registro de los espesores de cada una de las capas existentes en el subsuelo, el detalle macroscópico de sus características de gradación, de humedad, color, de plasticidad al tacto, entre otras características.

De los materiales existentes en la excavación se obtuvieron muestras alteradas, las mismas que fueron descritas y, debidamente etiquetadas con detalles de ubicación y progresiva, número de muestra y profundidad de capa de suelo; para posteriormente ser colocadas en bolsas reforzadas de polietileno y su consecuente traslado al laboratorio de suelos.

## **Ensayos de laboratorio**

Las muestras extraídas fueron transportadas al laboratorio fueron sometidas a los siguientes ensayos, en el laboratorio de la Oficina de Control de Calidad del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de acuerdo a la normatividad del ente rector :

Análisis granulométrico por tamices	MTC E 107
Límite líquido	MTC E 110

Límite plástico e Índice de Plasticidad	MTC E 111
Clasificación de suelos SUCS	ASTM D-2487
Clasificación para vías de transportes AASHTO	ASTM D-3282
Contenido de Humedad natural	MTC E 108
Ensayo Proctor Modificado	MTC E 115
Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	MTC E 132

### **Labores de gabinete**

Basado en la información que ha sido obtenida de los trabajos de campo y con los resultados de los ensayos de laboratorio de suelos, se procedió a realizar la clasificación de suelos, utilizando los sistemas SUCS y AASHTO, con la finalidad de análisis y correlación de acuerdo a sus características litológicas.

### **Descripción de los materiales de fundación**

En el sector de los Kms. 80+000 al Km 115+000 se han considerado dos sectores de características homogéneas obtenidos mediante el uso de los parámetros AASHTO '93. Efectuándose en total 7 prospecciones de calicatas, que han sido ubicadas de forma alternada en la vía, tanto en lado izquierdo como el derecho, las muestras extraídas del terreno de fundación han sido analizadas en laboratorio, obteniendo sus características y propiedades física - mecánicas, que se describen a continuación:

#### **Sector: Km. 80+000 al Km 115+000**

Predominan materiales conformados por grava arcillosa de baja a mediana plasticidad y arenas arcillosas de plasticidad media, con plasticidad promedio de 13.0%, su clasificación en el sistema SUCS es GC-GM, SM, SC, CL y ML, los datos del CBR encontrados están en rangos de 5.8% y 28.2%, con promedio de 15.5% al 95% de su MDS.



De la evaluación realizada a los suelos de fundación se ha determinado que están conformados principalmente por arenas arcillosas y arcillas inorgánicas, la clasificación SUCS que predomina es SC y CL, y en el sistema AASHTO es A-2-6, con un promedio de Índice de Plasticidad de 13%, el contenido de humedad natural que presentan los suelos se encuentra en un promedio de 16% y porcentajes máximos de 51%, los CBR encontrados están en rangos de 5% y 12% de su MDS.

Tabla N° 10 - Resumen de análisis de suelos en Terreno de Fundación

N°	Ubicación	Prof.(m)	Lado	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		CBR		PROCTOR Modif.		HUMEDAD
				L.L.	L.P.	I.P	AASHTO	SUCS	0.1"	0.2"	MDS	OCH	NATURAL
1	81+400	0.37 A 1.0	Der.	43	19	24	A-7-6 (7)	SC	4.7	5.7	1.85	20.61	24.3
2	87+400	0.3 A 1.0	Izq.	44	23	21	A-7-6 (7)	CL	5.8	6.8	1.61	16.87	12.8
3	91+900	0.15 A 1.0	Der.	43	23	20	A-7-6 (7)	CL	8.1	11.2	1.59	19.63	22.3
4	96+900	0.22 A 1.0	Izq.	42	24	18	A-7-6 (6)	CL	7.7	10.3	1.62	18.15	11.7
5	101+400	0.22 A 1.0	Der.	37	20	17	A-2-6 (1)	SC	16.2	18.4	1.68	18.93	30.9
6	107+400	0.08 A 1.0	Izq.	34	25	9	A-4 (5)	ML	13.4	14.6	1.64	18.24	20.1
7	113+900	0.18 A 1.0	Der.	38	28	10	A-4 (6)	ML	10.4	14.2	1.81	14.4	51.2

Fuente : elaboración propia

### Capacidad de Soporte del Suelo

De la evaluación realizada a la resistencia estructural del terraplén, el valor relativo de capacidad de soporte de un suelo (CBR) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en determinadas condiciones de compactación y humedad. Éste valor se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para que un pistón de sección circular se introduzca en una muestra de suelo, respecto al ensayo de que el mismo pistón penetre a la misma profundidad a una muestra de piedra triturada.

En el Cuadro siguiente, se muestran los criterios para analizar la

resistencia estructural al esfuerzo cortante de los terrenos en determinadas condiciones de grados de compactación y contenido de humedad.

Tabla N° 11 – Evaluación de CBR en terrenos de fundación

<b>CBR (%)</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE CLASIFICACION</b>
0 a 5	Terreno de fundación y subrasante muy mala
5 a 10	Terreno de fundación y subrasante mala a regular
10 a 20	Subrasante regular
20 a 30	Subrasante buena a muy buena
30 a 50	Sub base buena
50 a 80	Base buena
80 a 100	Base muy buena

Fuente : Valle Rodas, Raúl (1982)

### **Rocas en taludes y terreno de fundación**

Las rocas presentes en los taludes de corte y en el terreno de fundación del Km. 80+000 al Km. 115+000, han sido descritos con mayor amplitud en el punto 3.2 del presente Capítulo, por ser un tema netamente geológico, y en el aspecto geotécnico, la descripción es la siguiente:

Entre las progresivas 80+000 a 92+800, la roca aflorante y que se aprecia en varios sectores, está compuesta por rocas metamórficas del grupo Salas, litológicamente definido por filitas y cuarcitas de media a alta dureza y por lo tanto, buen comportamiento geotécnico para cimentaciones.

En el sector comprendido entre las progresivas 92+800 a 94+800, se aprecian en los taludes de corte del talud derecho, rocas intrusivas de la variedad Diorita, de color gris claro a gris rosáceo; este tipo de afloramientos líticos, no presentan propiedades adecuadas para un buen comportamiento

geotécnico, por las condiciones de meteorización que vienen continuamente sufriendo, con altos índices de registro pluviométrico y de humedad en el medio ambiente, al golpe del martillo se desgranar en suelos arenosos y los taludes de corte no tienen la inclinación geotécnica adecuada, y que pone en serio riesgo la estabilidad de la infraestructura, provocando derrumbes de grandes volúmenes de material sobre la calzada.

Dentro de las progresivas 94+800 a 95+200, se aprecia un afloramiento intrusivo de roca gabro, son rocas duras, de color oscuro en superficie intemperizada, y de color gris oscuro en superficie fresca, su dureza es alta y consecuentemente su comportamiento como cimentación es bueno a excelente.

Entre las progresivas 95+200 a 103+190, nuevamente afloran en los taludes de corte las rocas intrusivas del tipo Diorita, de color gris claro a gris rosáceo; este tipo de afloramientos líticos, no presentan propiedades adecuadas para un buen comportamiento geotécnico, provocando derrumbes de sus taludes.

A partir de la progresiva 103+190 hasta la progresiva 110+480, se aprecian en los taludes de la carretera Canchaque – Huancabamba, afloramientos rocosos de la formación Volcánico Llama (Ti-vII), compuestos por areniscas calcáreas de color blanco amarillento, en paquetes delgados y afloramientos de brechas piroclásticas andesíticas de color gris blanquecino. El afloramiento de areniscas calcáreas se ubica a la altura de la progresiva 110+020, en una longitud de 80 m., sector de donde se ha explotado material de préstamo.

En la progresiva 110+480 afloran nuevamente rocas intrusivas en los taludes del margen derecho de la carretera hasta la progresiva 111+420, definidas litológicamente como dioritas, de grano medio, con cristales de biotita claramente definidos en textura macroscópica, las plagioclasas son de color blanquecino y en menor porcentaje se aprecia ortosas del feldespató

potásico, la dureza es media en superficie y su comportamiento geotécnico como cimentación es regular a medio.

Entre las progresivas 111+420 a 115+000, que es la zona más alta de la carretera donde se ubica el abra, alcanza una altitud de 3200 msnm., se aprecian nuevamente rocas de origen volcánico con brechas andesíticas, de color blanquecino, de dureza media a alta, correspondientes a la formación Volcánico Llama, formando taludes verticales, de dureza media a alta geotécnicamente.

### **Bancos de materiales**

Los yacimientos de materiales agregados utilizados para la conformación de las capas del pavimento básico de la carretera Canchaque – Huancabamba y específicamente empleado entre las progresivas del Km. 80+000 al Km. 115+000, se describe a continuación:

- Cantera Rumitana (Km. 110+735, longitud de acceso 20 m. al lado derecho de la carretera Canchaque - Huancabamba), compuesta por gravas de origen lítico calcáreo, de regular dureza, y material fino ligante de clasificación arcillosa (GC), los agregados son de forma angular, con una plasticidad de 13%, un porcentaje de 13.8% de material pasante la malla 200. La clasificación de suelos en el sistema SUCS es GC, y en el sistema AASHTO es clasificado como un suelo A-2-6 (0).

Tabla N° 12 – Resumen de propiedades físico – mecánicas de Cantera

<b>PROPIEDADES FISICO - MECANICAS</b>	<b>RESULTADOS (SUELO SOLO)</b>
Clasificación suelos SUCS	GC
Clasificación suelos AASHTO	A-2-6 (0)
Material pasante Tamiz N° 200	13.80 %
Material pasante Tamiz N°04 (Finos)	31.00 %
Material retenido Tamiz N°04 (Grava)	69.00 %
Límite Líquido	35.30 %
Índice Plástico	12.60 %

Ensayo de Abrasión Los Ángeles	30.80 %
Ensayo CBR al 100% MDS penetración 0.1”	54.90 %
Ensayo CBR al 95% MDS penetración 0.1”	40.20 %

Fuente : elaboración propia

#### 4.4 PAVIMENTO CONFORMADO

El concepto de pavimento básico o solución básica, que en los últimos 9 años viene implementando el Ministerio de Transportes, a través de su unidad ejecutora el proyecto especial Provias Nacional, en grandes corredores viales mayores a 400 Kms. de longitud, principalmente en carreteras de interconexión de la región costa con las regiones sierra y selva del país.

La característica principal del pavimento básico es: la conformación de una capa de afirmado seleccionado de transitabilidad, luego una capa Base estabilizada con algún material o aditivo y la colocación en superficie de un mortero asfáltico (Slurry Seal) de 1.0 cm. de espesor, como superficie de rodadura e impermeabilizante de la capa Base.

Con este tipo de trabajos, se reemplaza las superficies de rodadura de trochas carrozables y de carreteras a nivel de afirmado, por superficies de rodadura a nivel de asfalto, brindando confort al usuario de la vía, disminución de los tiempos de viaje, mejoramiento de la seguridad y señalización con la eliminación de emisión de polvo, en concordancia con el medio ambiente.

##### 4.4.1 Estructura de pavimento

La estructura del pavimento conformado entre los Kms. 80+000 al 115+000 de la carretera Canchaque – Huancabamba, se presenta en el siguiente gráfico:

## Grafico N° 6 - Estructura de pavimento conformado

Fuente : elaboración propia



### 4.4.2 Materiales utilizados en pavimento

Para la capa de Transitabilidad, que tiene un espesor de 10 cm. se ha utilizado el material de préstamo de la Cantera Rumitana, ubicada a la altura del Km. 110+300 lado derecho de la carretera Canchaque – Huancabamba, que presenta características físico – mecánicas de GC.

La capa de Base estabilizada compuesta por material de préstamo de la Cantera Rumitana, ha sido dosificada para estabilización con material con la Tecnología de Pavimentación PROES, que se define como la adición al suelo previamente analizado, de un aditivo de composición sólida que cumple la función de aglutinante y un aditivo líquido (PROES, diluido en agua) que actúa por ionización química de las partículas del suelo, obteniendo una mezcla homogénea de suelo, que debe ser compactada como mínimo en 95% de la máxima densidad seca, un CBR mínimo de 100 %. El espesor de esta capa es de 11 cm.

Una vez realizado el proceso de estabilización química con el aditivo de Tecnología PROES, se procedió con la imprimación de la superficie y posteriormente se colocó como superficie de rodadura, un recubrimiento bituminoso consistente en un mortero asfáltico de 10 mm de espesor.

Según el fabricante, el aporte a la resistencia de la capa estabilizada con Tecnología PROES, es validado mediante las pruebas de densidad, cuyo propósito al ser incluido el aditivo sólido (función aglomerante por equilibrio de cargas eléctricas) y el aditivo líquido (función ionizante que provoca la reacción química de la parte fina del material que se quiere estabilizar), fue el de aumentar la capacidad de soporte del material, además de impermeabilizar y otorgar un comportamiento flexible a la capa base estabilizada.

La empresa que distribuye el aditivo PROES en el Perú es *Proestech* Perú que, define las siguientes condiciones para suelos y características de clima que son adecuadas para ser utilizados en la estabilización de suelos:

Tabla N° 13 – Dosificación de Aditivo Proes

CARACTERÍSTICAS DE ADITIVO	TASA DE APLICACIÓN
Aditivo químico PROES	0.20 - 0.30 Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo sólido (Cemento)	50 - 60 kg/m <sup>3</sup>



Fuente : elaboración propia

Los resultados que se obtienen muestran un mejoramiento en sus características y propiedades mecánicas, que se presentan en la siguiente ficha de diseño:


Tabla N° 14 – Diseño de mezcla suelo - aditivo Proes

DISEÑO DE MEZCLA SUELO- ADITIVO / CANTERA KM 111+735 Lado Derecho		
PROPIEDAD FISICOMECANICA	RESULTADO (SUELO SOLO)	RESULTADO (SUELO + ADITIVO)
Clasificación SUCS	GC	GC
Clasificación AASHTO	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)
CBR al 100% MDS 0.1"	54.90%	137.60%
CBR al 95% MDS 0.1"	40.20%	120.40%
Coefficiente de capa	0.13	0.20
Tramo de Aplicación	Tramo 07	
<b>ADITIVO</b>	<b>TASA DE APLICACIÓN</b>	
Aditivo Químico PROES	0.25 - 0.30 l/m <sup>3</sup>	
Aditivo Sólido	50 - 60 kg/m <sup>3</sup>	


  

IMÁGENES DE ENSAYOS REALIZADOS	
	
Adición de aditivo Sólido	Adición del Aditivo Químico

IMÁGENES DE ENSAYOS REALIZADOS	
	
Compactación de la Muestra	

IMÁGENES DE ENSAYOS REALIZADOS	
	
Gráfico de CBR al 95% MDS 0.1"	

Fuente : elaboración propia

#### 4.4.3 Limitaciones meteorológicas:

Para ejecutar los trabajos de estabilización de suelos utilizando el aditivo de tecnología PROES, según las especificaciones del productor, es fundamental que la temperatura ambiente sea superior a 10°C, como mínimo 4 horas del día durante el periodo del primer mes de curado.

Las condiciones de temperatura descrita líneas arriba, deben de cumplirse para así evitar que se forme el fenómeno de “latencia”, definido como cuando la temperatura es inferior a 8 °C, la reacción química ionizante del aditivo se paraliza o neutraliza hasta que la temperatura supere los 10 ° C.

Preferentemente para no tener resultados negativos, se deben de suspender los trabajos de estabilización química cuando las condiciones climáticas reinantes sean de características lluviosas y frías (con temperatura ambiente que no superen los 10 °C y precipitaciones pluviales frecuentes).



Cuando se ejecutó las actividades de conformación de pavimento en el mes de setiembre a noviembre, las condiciones atmosféricas fueron favorables, con días de sol y temperaturas superiores a los 10° C. en la zona de trabajo. A partir del mes de diciembre se presentaron las primeras lluvias de la temporada y el pavimento empezó a presentar problemas de fallas, las que fueron recrudeciendo con el pasar de los días hasta el mes de febrero, en el que varios sectores del pavimento presentaban colapso por la magnitud y densidad de fallas.

Fotografía N° 14 – Condiciones de clima en la zona (Enero – Junio)



Las características del tipo de material fino de préstamo es arcilloso, con un índice de plasticidad superior a 12, que, con un incremento de humedad en su contenido, varía sus propiedades de capacidad de soporte y estabilidad.

Las condiciones de humedad y precipitaciones pluviales en la zona de las estribaciones occidentales de la Cordillera Occidental, con mayor incidencia en la zona norte del país y específicamente en las zonas de sierra de las regiones de Piura, Cajamarca y Lambayeque, tanto en las carreteras hacia Huancabamba, Chachapoyas o Jaén, son entre 90 y 100% de humedad y con lloviznas de copiosa y continua presencia durante las 24 horas del día, durante cerca de medio año, entre los meses de diciembre a junio.

Estas condiciones climáticas hacen que la superficie del terreno y especialmente la superficie de rodadura, permanezca con humedad y circulación de agua durante varias horas del día.

Fotografía N° 15 - Aplicación de aditivo Proes para Base estabilizada, Km 83+200



Fotografía N° 16 - Mezcla de suelo y aditivo para Base estabilizada, Km 82+900



Fotografía N° 17 – Compactación de Base estabilizada, Km. 84+600



Fotografía N° 18 – Riego con aditivo líquido Proes, Km. 82+900



Fotografía N° 19 – Trabajos de Imprimación, Km. 94+800





#### **4.5 OBRAS DE DRENAJE**

Son obras en vialidad que cumplen la función de captar, transportar y evacuar las aguas superficiales y/o subterráneas, para evitar que contaminen, tengan contacto y saturen las capas de suelo del pavimento, provocando su inestabilidad por la variación en el contenido óptimo de humedad.

##### **4.5.1 Drenaje Longitudinal y Transversal**

Las obras de drenaje en una carretera se dividen en dos grupos: drenaje longitudinal (cunetas, zanjas de coronación, zanjas de drenaje, etc.) y drenaje transversal (alcantarillas, badenes, puentes, etc.). Como parte de los trabajos de conformación de pavimento de la carretera Canchaque – Huancabamba, entre los Kms 80+000 a 115+000, se ejecutó la construcción

de alcantarillas y cunetas sin revestir en la mayor longitud del tramo estudiado.

#### **4.5.2 Características de las obras de drenaje**

Las obras de drenaje longitudinal del tipo cunetas, presentan características de forma triangular, de material sin revestir, de dimensiones en una sección de 0.6 x 0.5 m.; en algunos sectores se puede apreciar que no presentan una sección uniforme, debido a afloramientos de roca al pie del talud de corte, por lo tanto, no es posible conformar una cuneta con sección adecuada que permita una evacuación y transporte de aguas superficiales.

Fotografía N° 21 – Evaluación de cunetas sin revestir, Km. 98+200



Fotografía N° 22 – Trabajos de mantenimiento rutinario de cunetas, Km 104+800



Fotografía N° 23 – Vista Después del mantenimiento de cunetas, Km. 104+800



Como aporte para la investigación y para definir incidencias de factores que influyen en el estado negativo del pavimento, se conformaron cunetas revestidas de sección 0.8 x 0.6 m., de concreto, con lo que se pretendía evitar las infiltraciones de las cunetas sin revestir.

Además se instaló sub-dren en la zona inferior (- 1.50 m) o subterránea de las cunetas revestidas, compuestas por una tubería cribada, revestida con manta geotextil y rellena hasta superficie con material granular drenante, para captar las aguas subterráneas, y así evitar la contaminación de la estructura del pavimento por capilaridad.

Estas dos obras de drenaje fueron instaladas entre las progresivas 96+500 a 96+600, sector en el que también se presentan fallas en el pavimento, lo que indica que otros factores son los que intervienen en el deterioro.

Fotografía N° 24 – Conformación de Sub-dren, Km. 98+200





Las obras de drenaje transversal instaladas como parte de la pavimentación de la carretera Canchaque – Huancabamba son: alcantarillas del tipo TMC de forma circular y de 48” de diámetro, ubicadas cada 350 m. de distancia en promedio entre una estructura y otra. Estas estructuras fueron ubicadas en sectores de cauces naturales para captar el agua de quebradas menores y para descarga de las aguas. Se puede apreciar que requieren de continuo mantenimiento, de lo contrario, su funcionabilidad incide en el estado de la superficie de rodadura.

Fotografía N° 25 – Evaluación de alcantarillas y sub-dren, Km. 98+600



Además como obras de drenaje transversal instaladas en la vía se cuenta con badenes de concreto, ubicados en sectores de quebradas con mayor ancho de cauce natural.

Las obras de drenaje como las cunetas sin revestir, no presentan la sección adecuada para evacuar el volumen de agua que discurre por la superficie, producto de las precipitaciones pluviales, las infiltraciones y desbordes provocan saturación de las capas internas del pavimento.

#### **4.6 PROGRAMACIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL**

La programación de conservación vial es el conjunto amplio de políticas, estrategias, programación, procesos y acciones, que se utilizan para llevar adelante una obra vial desde su concepción hasta la puesta en operación. En el presente estudio nos ocuparemos específicamente de la programación de intervenciones, de acuerdo a la funcionabilidad y niveles de servicio que ofrezca el pavimento.

##### **4.6.1 Programación de intervenciones**

Extrayendo la información resultante de los estudios de evaluación de pavimentos y la influencia de factores externos e internos, se propone la para el caso que ocupa el presente estudio, la Programación de intervención vial con actividades de Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Periódico o Rehabilitación, dependiendo del grado de severidad de las fallas existentes en el pavimento.

Se propone la siguiente Tabla para la programación de intervenciones viales:

Tabla N° 15 – Matriz de Fallas en pavimento y Programación de intervención vial

N°	Tipo de Falla	Und	Severidad	Descripción	Intervención a programar	Actividad a ejecutar
1	Baches (huecos)	m2	Alta	Diámetro promedio: 457 a 762 mm. Profundidad máxima del Bache > 25.4 mm a 50.8 mm y > 50.8 mm.	Mantenimiento Periódico	Parchado profundo
			Media	Diámetro promedio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del bache > 50.8 mm. Diámetro promedio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del bache 12.7 a 25.4 mm y > 25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro promedio: 457 a 762 mm. Profundidad máxima del bache 12.7 a 25.4 mm.	Mantenimiento Rutinario	Parchado
			Baja	Diámetro promedio: 102 a 203 mm. Profundidad máxima del bache 12.7 a 25.4 mm y > 25.4 mm a 50.8 mm. Diámetro promedio: 203 a 457 mm. Profundidad máxima del bache 12.7 a 25.4 mm.	Mantenimiento Rutinario	Parchado
2	Piel de Cocodrilo	m2	Alta	Grietas en forma de bloques, bien definidas con desprendimientos de material en los bordes y en algún caso con movimientos independientes ante la acción del tránsito.	Mantenimiento Periódico	Parchado
			Media	Grietas interconectadas generando un patrón con un ligero descascaramiento.	Mantenimiento Periódico	Sello asfáltico
			Baja	Grietas finas longitudinales de forma paralela con poca o ninguna interconexión, sin descascaramientos a lo largo de las mismas.	Mantenimiento Rutinario	Tratamiento de grietas y fisuras
3	Fisuras longitudinales y transversales	m	Alta	Fisuras gruesas, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, con pérdida de material (ancho > 3 mm)	Mantenimiento Periódico	Sello asfáltico
			Media	Fisuras medias, corresponde a fisuras abiertas y/o ramificadas, sin pérdida de material (ancho > 1 mm y ≤ 3 mm)	Mantenimiento Rutinario	Tratamiento de grietas y fisuras
			Baja	Fisuras finas (ancho ≤ 1.0 mm)	Mantenimiento Rutinario	Fog Seal
4	Grietas	m	Alta	1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento	Mantenimiento Periódico	Tratamiento de grietas

				alrededor de la misma están severamente fracturadas.		
			Media	1. Grietas sin relleno de ancho entre 10.0 y 76.0 mm. 2. Grietas sin relleno de ancho hasta 76.0 mm, rodeada de grietas pequeñas aleatorias. 3. Grietas rellenas de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	Mantenimiento Rutinario	Tratamiento de grietas
			Baja	1. Grieta sin relleno de ancho menor a 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	Mantenimiento Rutinario	Tratamiento de grietas
5	Ahuellamiento		Alta	Profundidad continua (>25.0 mm de hundimiento)	Mantenimiento Periódico	Parchado o capas nivelantes
			Media	Profundidad continua (>13.0 mm a 25.0 mm de hundimiento)	Mantenimiento Rutinario	Recapeo con carpetín (1")
			Baja	Profundidad continua (entre 6.0 mm y 13.0 mm de hundimiento)	Mantenimiento Rutinario	Mortero asfáltico (1 cm)

Fuente : Elaboración propia

#### 4.6.2 Ejecución

La ejecución de las actividades de Mantenimiento Rutinario y Mantenimiento Periódico deberá de seguir rigurosamente la secuencia de procesos constructivos, establecidos en los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que es el ente rector en vialidad en el país.

No es objetivo del presente estudio modificar los procesos de ejecución de las actividades de mantenimiento, por lo tanto, se sugiere, de necesitar dicha información, consultar el Manual de Mantenimiento o Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).

### 4.6.3 Monitoreo y Control

El monitoreo y control de los procesos de ejecución de las actividades de Conservación Rutinaria y Conservación Periódica es una etapa muy importante, que permite conocer la funcionabilidad de los trabajos ejecutados, su comportamiento ante los factores externos e internos y los niveles de servicio que ofrece a los usuarios de la vía.

Se propone realizar el seguimiento de las actividades según el siguiente cronograma:

- En forma diaria evaluar la funcionabilidad de limpieza de calzada, bermas y obras de drenaje (inspección visual).
- En forma quincenal evaluar niveles de servicio en la vía (formato de niveles de servicio).
- En forma mensual evaluar superficialmente el pavimento utilizando el método PCI (Ficha Técnica PCI).
- En forma mensual evaluar el pavimento utilizando el método mecánico IRI (Ficha de reporte IRI).

#### Tabla N°16 – Formatos para evaluación superficial de Pavimentos

##### a) Formato de evaluación visual de Niveles de Servicio

TRAMO HUANCABAMBA - CANCHAQUE												(Sin IGV)							
KILOMETROS EVALUADOS												Km. 77+400		Km. 87+000		47,457.79			
KILOMETRO SORTEO												Km. 83+000		Km. 84+000					
ASPECTO INSPECCIONADO	VARIABLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NUMERO DE FALLAS	FACTOR DE PESO	% DE INCUMPLIMIENTO	PENALIZACION				
Calzada	Baches	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	12	12	5,694.93				
	Fisuras > 2mm											0	8	0	0.00				
	Fisuras < 1mm >2mm											0	5	0	0.00				
	IRI < 3.5 m/km	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	10	10	4,745.78				
Berma	Baches											0	5	0	0.00				
Drenaje	Cunetas											0	5	0	0.00				
	Alcantarillas											0	5	0	0.00				
	Badenes											0	5	0	0.00				
Limpieza	Calzada y Bermas										0	5	0	0.00					
Señalización	Vertical											0	7	0	0.00				
	Horizontal											0	7	0	0.00				
Seguridad	Guardavías											0	6	0	0.00				
	Delineadores											0	3	0	0.00				
Estructuras Viales	Puentes											0	5	0	0.00				
	Pontones											0	5	0	0.00				
Zonas Laterales (Derecho de Vía)	Roce											0	2	0	0.00				
	Talud inferior											0	5	0	0.00				
PORCENTAJE DE INCUMPLIMIENTO EN EL Km.														22	10,440.71				

b) Formato de evaluación con método PCI

		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			
		FORMATO DE EVALUACIÓN DE CAMPO			
		(Ficha Técnica)			
Carretera:		Tramo:		Fecha:	
Lado:	Unidad de muestra:	Progresivas:			
Area de la muestra (m <sup>2</sup> ):		Norma : ASTM D6433 - 07			
Tipos de fallas					
OBSERVACIONES	1.- Piel de Cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Bacheo	m <sup>2</sup>	SECCIÓN DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= m..
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Agregados pulidos	m <sup>2</sup>	
	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos o Baches	Nº	
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m <sup>2</sup>	
	5.- Corrugaciones	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	
BAJO EL PAVIMENTO.	6.- Depresiones	m <sup>2</sup>	16.- Deformación por empuje	m <sup>2</sup>	
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m <sup>2</sup>	
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m <sup>2</sup>	
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE	10.- Grietas long. y transv.	m			

CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	<b>TIPOS DE FALLAS EXISTENTES</b>								
	19			8			19		
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
	<b>TOTAL POR FALLA</b>								
	13								
	L	M	H	L	M	H	L	M	H
<b>TOTAL POR FALLA</b>									
<b>CÁLCULO DEL PCI</b>									
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>DENSIDAD</b>	<b>VALOR DEDUCCIÓN</b>	PCI = 100 - VDC					
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:					
				TIPO DE FALLA:					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>	<b>VDT =</b>								
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>	<b>VDC =</b>								

c) Reporte de evaluación con equipo IRI

<b>MEDICIÓN DEL IRI CON EQUIPO BUMP INTEGRATOR</b>						
<b>ESTUDIO</b>	: Evaluación superficial del pavimento de la carretera .....					
<b>OPERADOR</b>	:					
<b>TRAMO</b>	:					
<b>FECHA</b>	:					
SUPERFICIE RODADURA A NIVEL DE .....						
<b>PROGRESIVA</b>					<b>IRI (m/km)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>INICIAL</b>	<b>FINAL</b>	<b>IZQUIERDA</b>	<b>DERECHA</b>	<b>PROMEDIO</b>		




## 4.7 COSTOS

Las actividades de mantenimiento rutinario sirven para mantener en óptimo estado funcional y estructural los elementos componentes de la infraestructura vial como son: calzada, sistema de drenaje, sistema de señalización, seguridad complementaria y derecho de vía. Su ejecución es permanente, diaria y cuantas veces sean necesarias, de manera que los niveles de servicio que ofrece una vía deban de ser óptimos y brindar comodidad al tránsito y seguridad al usuario.

En los presupuestos establecidos para cualquier obra vial, se considera primordial ejecutar las actividades de mantenimiento rutinario a partir del día siguiente de culminada la construcción de una carretera, por lo que la programación de presupuestos no se realizan con Expediente Técnico, con metrados definidos y especificaciones técnicas de construcción; para la ejecución de partidas de Mantenimiento Rutinario, se programan los costos o presupuestos con Programas de Mantenimiento Rutinario, debido a que los metrados no pueden ser definidos rígidamente, por no conocerse la magnitud o cantidad a presentarse durante la operación de la carretera. Por lo que su ejecución por efectos de deterioro acelerado incrementa los presupuestos de mantenimiento rutinario, determinando un costo de S/ 47.23 por m<sup>2</sup>, por la ejecución de Parchado con Mezcla Asfáltica para el caso de baches y de S/ 7.72 por m<sup>2</sup>, para el caso de Sello Asfáltico para el caso de fisuras tipo piel de cocodrilo o densidad media a alta de grietas o fisuras.

Cuando el deterioro del pavimento supera los niveles y control de la transitabilidad con actividades de mantenimiento rutinario, se programan intervenciones de mayor envergadura como el Mantenimiento o Conservación Periódica, con la ejecución de actividades o partidas que consideran costos mayores, y si estas actividades tienen que realizarse entre periodos de tiempo menores entre una y otra intervención, va en desmedro de los montos presupuestados que son del erario nacional.

A continuación se presenta los Análisis de Precios Unitarios de las actividades que más se veces se realizan en el Mantenimiento Rutinario:

Figura N°9 – Análisis de Precios Unitarios de actividades de Mantenimiento Rutinario de la carretera Canchaque – Huancabamba (Kms. 80+000 a 115+00)

Partida	02.02	LIMPIEZA DE CUNETAS						
Rendimiento	ml/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000			Costo unitario directo por : ml		1.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
Y147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.000533	19.03	0.01		
0147010004	PEON	hh	10.0000	0.053333	11.93	0.64		
								<b>0.65</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.000000	0.65	0.03		
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	1.0000	0.005333	64.50	0.34		
								<b>0.37</b>

Partida	02.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 5.0000	EQ. 5.0000			Costo unitario directo por : und		306.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.160000	19.03	3.04		
0147010004	PEON	hh	10.0000	16.000000	11.93	190.88		
								<b>193.92</b>
	<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.000000	193.92	9.70		
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	1.0000	1.600000	64.50	103.20		
								<b>112.90</b>

Partida	PARCHADO CON MEZCLA ASFALTICA			Costo unitario directo por : m2			47.23
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.040000	19.03	0.76	
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.040000	15.22	0.61	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.040000	13.28	0.53	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.240000	11.93	2.86	
							<b>4.76</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTA MANUAL	%MO		5.000000	4.76	0.24	
0348130051	CAMION BARANDA 3 ton	hm	1.0000	0.040000	64.50	2.58	
0349100021	PLANCHA COMPACTADORA	hm	1.0000	0.040000	20.18	0.81	
							<b>3.63</b>
	<b>Subpartidas</b>						
980101010205	CARGUIO	m3		0.062500	3.21	0.20	
980101010222	MEZCLA ASFALTICA c/EMULSION	m3		0.062500	618.28	38.64	
							<b>38.84</b>

## **CAPÍTULO V**

## 5. DISCUSIÓN

Atarama, E. (2015) en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes”, teniendo como muestra de su estudio toda la longitud de la carretera Canchaque – Huancabamba, llega a la conclusión que el CBR de las muestras de suelo estabilizado con Aditivo Proes, alcanzan hasta el 300% en relación a las muestras que no contienen este aditivo, y que la incorporación del aditivo Proes en la estabilización de suelos sí mejora las propiedades física – mecánicas de una capa Base; mientras que, los resultados arrojaron una alta plasticidad del material de préstamo (> 12%) y que el aditivo Proes, recomienda altos valores de plasticidad para su empleo en la estabilización de suelos. Según las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013 del MTC, la capa Base debe de ser un suelo NP. Por lo tanto, tener un IP con porcentaje alto no aporta ninguna estabilidad en la capacidad de soporte de la capa estabilizada ante un incremento de humedad, provocando la formación de fallas en el pavimento.

Los autores Medina y De La Cruz en el año 2015, en su estudio titulado: Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez en el distrito de Lince, Lima, llega entre otras conclusiones a determinar que, los montos necesarios para revertir la situación de un estado regular a un estado excelente, se requiere de S/ 19.56 por m<sup>2</sup> para la ejecución de las actividades de mantenimiento de pavimento; con la evaluación realizada se determina que, ante un deterioro acelerado de la estructura del pavimento, los costos de ejecución de actividades de mantenimiento rutinario en el caso de baches en calzada se determina en S/ 47.23 por m<sup>2</sup>, incrementando hasta en 250 % más de lo considerado por Medina y De La Cruz; finalmente, se determina que las actividades a programar y ejecutar, considerando el acelerado deterioro del pavimento, son mucho mayores a los establecidos por los autores, para que el nivel de servicio del pavimento pase de un estado de malo o regular a excelente. La teoría sobre elaboración de costos y presupuestos, según Ibañez, W. (2012),

determina que para el análisis de precios unitarios se deben de considerar todos los recursos, materiales e insumos para una ejecución correcta de la actividad.

El estudio desarrollado por Rodríguez, E., en el año 2009, denominado “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla, Piura”, no considera factores climáticos en su evaluación, considerando los fenómenos naturales de precipitaciones extraordinarias a las que, por cambios bruscos en el clima del planeta, está propensa la zona a sufrir lluvias mucho más recurrentes en intensidad como en registro, además de solo concluir en porcentajes de tipos de fallas en el pavimento, sin considerar sus posibles causas y sus alternativas de intervención. Los resultados determinan que, se debe de tener presente varios factores que intervienen en el estado funcional del pavimento y que los métodos de evaluación superficial de pavimentos, brindan también información del origen de fallas y de factores que intervienen en él; la teoría indica que, el agua es el peor enemigo del pavimento (Vivar, 1995).

## 6. CONCLUSIONES

- Utilizando los métodos PCI e IRI, se ha podido determinar el estado superficial del pavimento de la carretera Canchaque – Huancabamba, entre los Kms. 80+000 a 115+000, calificado como de Malo a Regular, con porcentajes de 78% para fallas tipo piel de cocodrilo y 22% para Baches (ver tablas N°5 y 6), por lo que una evaluación superficial detallada ayuda a entender la magnitud del problema y mejora a plantear y programar las intervenciones a ejecutar en la carretera.
- Se logró determinar que los afloramientos rocosos de la zona, compuestos por Granitos, por efectos de meteorización se desintegran superficialmente provocando suelos residuales y transportados, volviendo inestables algunos taludes de corte, por lo que los factores geológicos en este caso intervienen en forma negativa en el estado del pavimento. Los suelos existentes en el terreno de fundación son mayormente suelos finos, compuestos por limos y arcillas, de baja capacidad de soporte y que su comportamiento como fundación es negativo en la estabilidad del pavimento. La evaluación geológica-geotécnica influye en un mejor conocimiento del entorno y a proponer las alternativas de intervención vial (ver tablas N° 9 y 10).
- Al establecer un monitoreo y control de los procedimientos de ejecución, de las actividades de mantenimiento rutinario, de funcionalidad del pavimento, con análisis de precios unitarios y costos, se ha logrado determinar que mejora la programación de intervenciones en una obra vial. (Tabla N° 15 y Cronograma de intervenciones).

## 7. RECOMENDACIONES

- ✓ En consideración a los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda a la Unidad Zonal Piura del Provías Nacional, que deberá de implementar evaluaciones superficiales de pavimento en cada medición de niveles de servicio mensual utilizando el método PCI, para cuantificar numéricamente las fallas existentes en el pavimento para poder programar intervenciones adecuadas y oportunas de mantenimiento o conservación en la vía.
- ✓ Por la evaluación de campo realizada en temas geológicos y geotécnicos a los taludes de corte y suelos de fundación, se recomienda a la Gerencia de Estudios del Provías Nacional, realizar estudios de estabilidad de taludes y mecánica de rocas más detallados, para determinar las características geológicas y geotécnicas del entorno, lo que permitirá lograr vías mucho más estables en estos aspectos técnicos.
- ✓ Teniendo en consideración los resultados obtenidos de la evaluación del pavimento, se recomienda a los especialistas de la Gerencia de Conservación del Provías Nacional, que la revisión y aprobación del uso de nuevas tecnologías y materiales, deban ser comprobados con experiencias anteriores de correcta funcionabilidad en otras vías, de lo contrario deban de ser rechazados.
- ✓ En base a los resultados obtenidos, se recomienda a la empresa contratista-conservadora o quién se encargue de su conservación y mantenimiento que, deberá de implementar un monitoreo de los procedimientos de ejecución de las actividades, comportamiento de los materiales utilizados para una adecuada programación de intervenciones viales.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atarama, Edson. Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo Proes. Universidad de Piura, Piura, Perú. 2015.
- Camisón, César; Cruz, Sonia; Gonzales, Tomás. Gestión de la Calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Editorial Pearson Educación S.A., Madrid, España, 2006, 1464 pp.  
ISBN 10: 84-205-4262-8  
ISBN 13: 978-84-205-4362-1
- De Solminihaç, Herman. Gestión de Infraestructura Vial. Editorial Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 2003, 508 pp.  
ISBN 9789561405172
- Díaz, Juan. Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Universidad Militar de Nueva Granada, Bogotá, Colombia. 2014.
- Gonzales, Luis. [et al.]. Ingeniería Geológica. Editorial Prentice Hall, Madrid, España. 2002. 714 pp.
- Ibañez, Walter, Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales, Tomos I y II, Editorial Macro EIRL, Lima, Perú. 2012, 1310pp.  
ISBN: 9786123040499
- INGEMMET, Boletín Geológico N° 39 de Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, Chulucanas, Morropón, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca, Lima, Perú, 85 pp.
- López, Juan. Geología Aplicada a la Ingeniería Civil. 2ª Edición, Madrid, España, Editorial Gráficas Blonde S.A. 2002. 564 pp.  
ISBN: 8495312964

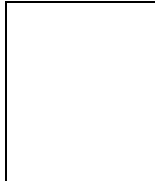
- Mares, Luis. Infraestructura Vial Manual de Partidas y Costos. 2ª Edición, Lima, Perú, Editorial Megabyte SAC. 2011. 478 pp.  
ISBN: 9786124005725
  
- Medina, A.; De La Cruz, M., Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Universidad Peruana de Ciencias aplicadas - UPC, Lima, Perú. 2015.
  
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2013). Lima, Perú, Editorial Macro EIRL. 2013. 734 pp.  
ISBN: 9786123041168
  
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación. Lima, Perú. 2014. 428 pp.
  
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras sección: Suelos y Pavimentos. Lima, Perú. Editorial Macro EIRL. 2013. 208 pp.  
ISBN: 9786123041915
  
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima, Perú. Editorial Macro EIRL. 2011. 191 pp.  
ISBN: 9786123040413
  
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Glosario de Términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura Vial. Lima, Perú. 2008. 57 pp.
  
- Montejo, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Tomo I. 3ª Edición. Bogotá D.C., Colombia. Ediciones y Publicaciones Universidad Católica de Colombia. 2006. 610 pp.  
ISBN: 9589761798

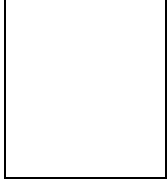
- Montejo, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Tomo II. 3ª Edición. Bogotá D.C., Colombia. Ediciones y Publicaciones Universidad Católica de Colombia. 2006. 495 pp.  
ISBN: 9589784003
- Ñaupas, H.; Mejía, E.; Novoa, E.; Villagómez, A. Metodología de la investigación. 4ª Edición, Bogotá, Colombia, Ediciones de la U. 2014. 538 pp.  
ISBN: 978-958-762-188-4
- Rabanal, Jaime. Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú. 2014.
- Robles, Raúl. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. 2015.
- Rodríguez, Edgar. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla. Universidad de Piura, Piura, Perú. 2009.
- Rondón, Hugo; Reyes, Fredy. Pavimentos, materiales, construcción y diseño. 1ª Edición, Lima, Perú. Editorial Macro EIRL. 2015. 605 pp.  
ISBN: 9786123042639
- Vivar, Germán. Diseño y Construcción de Pavimentos. Libro 6. 2ª Edición, Lima, Perú. Editorial Colegio de Ingenieros del Perú. 1995. 297 pp.
- Valle, Raúl. Carreteras, Calles y Aeropistas. 6ª Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Talleres Gráficos LITODAR. 1982, 476 pp.  
ISBN: 950022090
- Wiens, H. Vademecum para la construcción de caminos. Santa Fé, Argentina, Editorial Castellvi S.A. 1995. 158 pp.
- UNI – RUPAP. Apuntes del curso de Gestión de Conservación Vial, Maestría en Vías Terrestres. Lima, Perú. 2011.

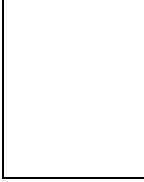
## **9. ANEXOS**

- Fichas Técnicas de evaluación PCI

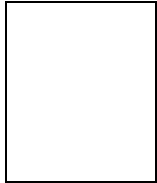
## FORMATOS DE EVALUACIÓN PCI

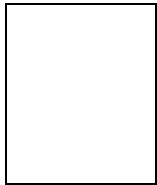
F - 01		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
PLANILLA PCI									
Carretera: Canchaque - Huancabamba					Fecha: 09-12-2016				
Lado:		Unidad mostrada: 1		Progresiva: 82+010,00					
Area de la muestra (m²): 230,00									
Tipos de fallas									
<b>OBSERVACIONES</b> 1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	1.- Piel de cocodrilo	m²	11.- Bacheo	m²	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.0 mts.  L=				
	2.- Exudación	m²	12.- Agregados pulidos	m²					
	3.- Agrietamiento en bloque	m²	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m²					
	5.- Corrugaciones	m²	15.- Ahuellamiento	m²					
	6.- Depresiones	m²	16.- Deformación por empuje	m²					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m²					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m²					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m²					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
<b>1</b>			<b>11</b>						
<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	
15.00			8.00						
6.00									
<b>TOTAL POR FALLA</b>	21.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1</b>			<b>11</b>						
<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>H</b>	
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN		PCI = 100 - VDC  <b>37.00</b>				
1	M	3.98%							
1	H	3.17%							
11	L	22.38%							
					CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:				
					<b>MALO</b>				
					BACHEO:				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>					VDT =		0.00		
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>					VDC =		63.00		


F - 02		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
		PLANILLA PCI							
Carretera: Canchaque - Huancabamba								Fecha: 09-12-2016	
Lado:		Unidad muestreada: 2		Progresiva: 87+210					
Area de la muestra (m²): 230,00									
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m²	11.- Bacheo	m²	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.00 mts.  Lm= 46.0 mts				
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	2.- Exudación	m²	12.- Agregados pulidos	m²					
	3.- Agrietamiento en bloque	m²	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m²					
	5.- Corrugaciones	m²	15.- Ahuellamiento	m²					
	6.- Depresiones	m²	16.- Deformación por empuje	m²					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m²					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m²					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m²					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
1			11						
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
0.00		7.00	9.00						
			4.00						
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	0.00	7.00	13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC  <b>26.00</b>					
1	H	23.29%							
11	L	4.79%							
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:					
				<b>MALO</b>					
				BACHEO:					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				VDT =	0.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				VDC =	74.00				
				<b>11.03%</b>					

F - 03		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
		PLANILLA PCI							
Carretera: Canchaque - Huancabamba								Fecha: 09-12-2016	
Lado:		Unidad muestreada: 3		Progresiva: 92+410					
Area de la muestra (m <sup>2</sup> ): 230,00									
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Bacheo	m <sup>2</sup>	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.0 mts.  Lm= 46.0 mts				
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Agregados pulidos	m <sup>2</sup>					
	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m <sup>2</sup>					
	5.- Corrugaciones	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>					
	6.- Depresiones	m <sup>2</sup>	16.- Deformación por empuje	m <sup>2</sup>					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m <sup>2</sup>					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m <sup>2</sup>					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
1			11			13			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
		6.00		11.00		1.00	2.54		
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	0.00	6.00	0.00	11.00	0.00	1.00	2.54	0.00
1			11			13			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC  <b>54.00</b>  CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:  <b>REGULAR</b>  PIEL DE COCODRILO:  <b>4.69%</b>					
1	H	2.04%							
11	M	0.63%							
13	L	0.43%							
13	M	0.15%							
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>			<b>VDT =</b>	0.00					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>			<b>VDC =</b>	46.00					



F - 04		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
		PLANILLA PCI							
Carretera: Canchaque - Huancabamba								Fecha: 09-12-2016	
Lado:		Unidad muestreada: 4		Progresiva: 97+510					
Area de la muestra (m <sup>2</sup> ): 230,00									
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Bacheo	m <sup>2</sup>	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.0 mts.  Lm= 46.0 mts				
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Agregados pulidos	m <sup>2</sup>					
	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m <sup>2</sup>					
	5.- Corrugaciones	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>					
	6.- Depresiones	m <sup>2</sup>	16.- Deformación por empuje	m <sup>2</sup>					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m <sup>2</sup>					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m <sup>2</sup>					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
1			9			19			
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
	12.00								
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC  <b>33.00</b>  CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:  <b>MALO</b>  PIEL DE COCODRILO:  <b>37%</b>					
1	H	7.00%							
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>			<b>VDT =</b>	0.00					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>			<b>VDC =</b>	67.00					

F - 05		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
		PLANILLA PCI							
Carretera: Canchaque - Huancabamba								Fecha: 09-12-2016	
Lado:		Unidad muestrada: 5		Progresiva: 102+710					
Area de la muestra (m <sup>2</sup> ): 230,00									
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Bacheo	m <sup>2</sup>	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.0 mts. 				
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Agregados pulidos	m <sup>2</sup>					
	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m <sup>2</sup>					
	5.- Corrugaciones	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>					
	6.- Depresiones	m <sup>2</sup>	16.- Deformación por empuje	m <sup>2</sup>					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m <sup>2</sup>					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m <sup>2</sup>					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
1			11						
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
28.00			6.00						
<b>TOTAL POR FALLA</b>	28.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10			19						
L	M	H	L	M	H	L	M	H	
8.00			4.00						
<b>TOTAL POR FALLA</b>	8.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC  <b>34.00</b>					
1	L	0.47%							
1	H	10.12%							
11	L	0.48%							
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:					
				<b>MALO</b>					
				PIEL DE COCODRILO:					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>				<b>VDT =</b>	0.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>				<b>VDC =</b>	66.00				

F - 06		INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO							
PLANILLA PCI									
Carretera: Canchaque - Huancabamba					Fecha: 09-12-2016				
Lado:		Unidad muestreada: 6			Progresiva: 107+810				
Area de la muestra (m²): 230,00									
Tipos de fallas									
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m²	11.- Bacheo	m²	FORMA DE LA MUESTRA DIMENSIONES B= 5.00 mts. 				
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS. 2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO. 3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12. 4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA. 5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8. 6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	2.- Exudación	m²	12.- Agregados pulidos	m²					
	3.- Agrietamiento en bloque	m²	13.- Huecos	Nº					
	4.- Elevaciones, hundimientos	m	14.- Acceso puentes, pontones y rejillas de drenaje.	m²					
	5.- Corrugaciones	m²	15.- Ahuellamiento	m²					
	6.- Depresiones	m²	16.- Deformación por empuje	m²					
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas de corrimiento	m²					
	8.- Reflexión de juntas	m	18.- Hinchamiento	m²					
	9.- Desnivel de calzada	m	19.- Disgregación y desgaste	m²					
	10.- Grietas long. y transv.	m							
	TIPOS DE FALLAS EXISTENTES								
1			11			19			
L	M	H	L	M	H	B	M	A	
		28.00	14.00						
		28.00							
<b>TOTAL POR FALLA</b>	0.00	0.00	56.00	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CÁLCULO DEL PCI									
TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	DENSIDAD	VAL. DEDUCCIÓN	PCI = 100 - VDC  <b>49.00</b>					
1	H	3.94%							
11	L	5.98%							
				CONDICIÓN DEL PAVIMENTO:  <b>REGULAR</b>					
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:</b>			<b>VDT =</b>	0.00	BACHEO:  <b>13.75%</b>				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>			<b>VDC =</b>	51.00					



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

SALAS AVILA, JHONY AMILCAR
D.N.I. : 29270766
Domicilio : AV. ZORRITOS 1399 BLOCK 28 OPTO. 404
Teléfono : Fijo : 2968680 Móvil : 939918400
E-mail : jh\_salas\_1@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA
Escuela : INGENIERIA CIVIL
Carrera : INGENIERIA CIVIL
Título : INGENIERO CIVIL

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

SALAS AVILA, JHONY AMILCAR

Título de la tesis:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR LA PROGRAMACIÓN DE INTERVENCIONES EN LA CARRETERA CANCHAQUE - HUANCABAMBA (Km. 80+000 A Km. 115+000), PIURA, 2016.

Año de publicación : 2017

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte, a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

[Handwritten signature]

Fecha:

21-09-2018



FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA: VISTO BUENO

ESCUELA DE

INGENIERÍA CIVIL con Dni N° 39270766

Domiciliado (a) en AV. ZORRITOS 1399 BL. 28 Op. 404 - LIMA I

(Calle / lote / Miz / Urb / Distrito / Provincia / Región)

Ante Ud. Con el debido respeto expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción 2013/2017 del programa: SUBE

(Periodo)

FORM. ADULTOS identificado con el código de matrícula N°: 6500065412

(Código del alumno)

de la Escuela de Pre – grado, recorro a su honorable despacho para solicitarle lo siguiente:

VISTO BUENO DEL DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR LA PROGRAMACION DE INTERVENCIONES EN LA CARRETERA CANCHAQUE-HUANCABAMBA, PIURA, 2016.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima 19 de SEPTIEMBRE de 2018

(Firma del solicitante)

Documento que adjunto:

cualquier consulta por favor comunicarse al teléfono: 939918400

24% 23% 1% 14%

TRABAJOS DE ESTUDIANTE

PUBLICACIONES

REVENDES INTERNET

FUENTES PRIMARIAS

- 1 [sivivarro.files.wordpress.com](http://sivivarro.files.wordpress.com) Fuente de Internet 2%
- 2 [www.lyssatransito.com](http://www.lyssatransito.com) Fuente de Internet 1%
- 3 Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo de Internet 1%
- 4 [myslide.es](http://myslide.es) Fuente de Internet 1%
- 5 [alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe) Fuente de Internet 1%
- 6 [gis.proviasriac.gob.pe](http://gis.proviasriac.gob.pe) Fuente de Internet 1%
- 7 [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) Fuente de Internet 1%
- 8 [cyberless.uni.edu.pe](http://cyberless.uni.edu.pe) Fuente de Internet 1%
- 9 [www.mtc.gob.pe](http://www.mtc.gob.pe) Fuente de Internet 1%

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO PARA MEJORAR LA PROGRAMACION DE INTERVENCIONES EN LA CARRETERA CANCHAQUE - HUANCABAMBA (Km 80+000 a Km 115+000), PIURA, 2016

Tesis para obtener el Título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

*Jhonny Amilcar Salas Avila*

Autor: **JHONNY AMILCAR SALAS AVILA**

Asesor: **Mg. Ing. FELIX DELGADO RAMIREZ**

Línea de Investigación: **DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

LIMA - PERÚ

2017



**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis**

Yo, **TERESA GONZALES MONCADA**, docente asesor y revisor de la Tesis del estudiante **SALAS AVILA, Jhony Amilcar**, titulada "Evaluación superficial del pavimento para mejorar la programación de intervenciones en la carretera Canchaque – Huancabamba (Km. 80+000 a Km. 115+000), Piura, 2016", constato que la misma tiene un índice de similitud de 24% verificable en el reporte de originalidad del programa *turnitin*.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 18 de diciembre de 2017



---

**M<sup>g</sup> Teresa Gonzales Moncada**  
**Coordinadora de investigación SUBE**