

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**  
**“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL**  
**PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS CALLES DEL SECTOR SUR**  
**DE LA PROVINCIA DE CELENDÍN UTILIZANDO EL**  
**METODO DE ÍNDICE DE CONSERVACIÓN DEL**  
**PAVIMENTO PCI”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Nelson Alfredo Tello Rodríguez.**

**ASESOR:**

**Ing. Ever Rodríguez Guevara.**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**–2019–**

Copyright © 2019

By Nelson Alfredo Tello Rodríguez

Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

*A quienes estuvieron a mi lado apoyándome y creyeron en mí; mi madre, mi abuelita, mi esposa, mi hija, amigos y a mi asesor: Ing. Ever Rodríguez Guevara, quiero agradecerles por hacer posible la culminación de esta investigación que me abre las puertas a otra etapa de mi vida, en la cual demostrare mi desempeño como un buen profesional*

## DEDICATORIA

*Dedico esta tesis a Dios; por su infinita bondad a quienes Inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis profesional.*

*A mis padres, Rosa y Victor, a quienes me dieron educación, apoyo y consejos para así cumplir mis sueños.*

*A mi esposa Sonia, y mi hija Ángeles por estar siempre a mi lado y apoyarme en cada momento de mi vida y a mis maestros, quienes sin su ayuda nunca hubiera podido culminar la presente tesis.*

*Dedico esta tesis a todos los que me apoyaron moral y económicamente, por lo que agradezco desde el fondo de mi alma.*

## Contenido

RESUMEN.....	xi
ABSTRACT:.....	xii
1 CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Planteamiento del problema .....	1
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Formulación de la hipótesis .....	2
1.5 Justificación de la investigación .....	2
1.6 Alcances o delimitación del problema.....	3
1.7 Objetivos.....	4
1.7.1 Objetivo general .....	4
1.7.2 Objetivos específicos .....	4
2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Antecedentes teóricos de la investigación. ....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales .....	5
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	6
2.1.3 Antecedentes locales.....	9
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1 Pavimento. ....	12
2.2.2 Clasificación de los pavimentos. ....	12
2.2.3 Serviciabilidad de pavimento .....	14
2.2.4 Evaluación de pavimentos .....	14
2.2.5 Tipos de fallas en los pavimentos.....	16
2.2.6 Tipos de evaluación de pavimentos.....	17
2.3 Índice de condición de pavimento .....	18

2.3.1 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	19
2.3.2 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo.....	23
2.3.3 Cálculo del PCI de una sección de pavimento .....	25
2.4 Pavimento rígido .....	25
2.4.1 Elementos que integran un pavimento rígido.....	26
2.4.2 Manual de daños para concreto rígido.....	27
2.5 Definición de términos básicos.....	49
2.5.1 Pavimento. ....	49
2.5.2 Superficie de rodadura.....	49
2.5.3 Subrasante.....	49
2.5.4 Subbase.....	49
2.5.5 Deterioro.....	50
2.5.6 Falla. ....	50
2.5.7 Fallas por defectos constructivos.....	50
2.5.8 Falla por fatiga en los pavimentos flexibles .....	50
2.5.9 Bacheo .....	50
2.5.10 Abrasión .....	51
3 CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	52
3.1 Ubicación temporal.....	52
3.2 Ubicación geográfica.....	52
3.3 Materiales e instrumentos.....	53
3.4 Metodología.....	55
3.4.1 Tipo de investigación .....	55
3.4.2 Nivel de investigación .....	55
3.4.3 Diseño de la investigación.....	55
3.4.4 Población de estudio.....	55

3.4.5 Muestra.....	55
3.4.6 Unidad de análisis.....	55
3.4.7 Operacionalización de variables.....	55
3.4.8 Técnicas e instrumentos recolectados de datos.....	58
3.4.9 Análisis e interpretación de datos.....	58
3.5 Procedimiento.....	58
3.5.1 Muestreo.....	58
3.5.2 Procedimiento de la inspección.....	60
3.5.3 Determinación del PCI de las muestras.....	60
3.6 Tratamiento y análisis de datos.....	64
3.7 Presentación de resultados.....	66
4 CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	70
4.1 Discusión de Resultados.....	70
4.2 Propuesta de Intervención.....	71
4.3 Contrastación de la Hipótesis.....	72
5 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
5.1 Conclusiones.....	73
5.2 Recomendaciones.....	73
Bibliografía.....	74

### **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.....	19
Tabla 2 Niveles de Severidad para Losa Dividida.....	31
Tabla 3 Niveles de Severidad para Punzonamiento.....	43
Tabla 4 Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.....	46
Tabla 5 Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta.....	47

Tabla 6 Formato de hoja de registro de condición de pavimento.....	54
Tabla 7 Operacionalización de variables.....	56
Tabla 8 Matriz de consistencia.....	57
Tabla 9 Resumen de calles y numero de paños evaluados en el estudio.....	59
Tabla 10 Formato para el cálculo de PCI.....	61
Tabla 11 Registro de fallas presentes en las losas de concreto hidráulico.....	61
Tabla 12 Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV.....	63
Tabla 13 Formato para cálculo del PCI.....	65
Tabla 14 Valor de PCI por cuadra.....	66
Tabla 15 Promedio de los valores del PCI por condición.....	67
Tabla 16 Relación de fallas encontradas en el estudio.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de pavimento flexible.....	12
Figura 2 Estructura de pavimento semirrígido.....	13
Figura 3 Estructura de pavimento articulado.....	14
Figura 4 Índice de condición del pavimento (PCI) y escala de clasificación.....	18
Figura 5 Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico.....	20
Figura 6 Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.....	25
Figura 7 Blowup / Buckling (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	29
Figura 8 Grieta de esquina (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	31
Figura 9 Losa dividida (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	32
Figura 10 Grieta de durabilidad (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	33



Figura 11 Escala (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	34
Figura 12 Daño del sello de junta (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	35
Figura 13 Desnivel carril / berma (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	36
Figura 14 Grietas lineales (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	38
Figura 15 Parche grande y acometidas de servicios públicos (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	39
Figura 16 Parche pequeño (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	40
Figura 17 Pulimento de agregados .....	40
Figura 18 Popout. ....	41
Figura 19 Bombeo. ....	42
Figura 20 Punzonamiento (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	43
Figura 21 Cruce de vía férrea (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	44
Figura 22 Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad).....	45
Figura 23 Grietas de contracción.....	46
Figura 24 Descascaramiento de esquina (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad) .....	47
Figura 25 Descascaramiento de junta (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad) .....	48
Figura 26 Ubicación de la Región Cajamarca, Provincia y distrito de Celendín. ....	52
Figura 27 Ubicación y delimitación de las calles en estudio.....	53

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Curva de comportamiento de un pavimento.....	16
Gráfico 2 cálculo de valores deducidos (q) para falla por grietas lineales .....	62
Gráfico 3 valores deducidos corregidos CDV .....	64
Gráfico 4 Resumen del estado de las calles del sector sur de la ciudad de Celendín....	67
Gráfico 5 PCI promedios para las diferentes condiciones.....	68
Gráfico 6 Fallas encontradas en el área de estudio.....	69

## RESUMEN

La tesis tiene como fin evaluar el estado de conservación del pavimento de las calles del Sector Sur de la Provincia de Celendín utilizando el método PCI, para ello se realizó trabajos de campo en un total de 39 cuadras, se estudiaron a detalle e identificaron las fallas existentes y cuantificó el estado de cada una de ellas.

Se tomo datos de campo y procesaron de acuerdo a la norma técnica ASTM D 6433-03, para pavimentos de concreto rígido, de las cuales se llego a las conclusiones siguientes:

La falla más común encontrada fue: grietas lineales con un 14.84%, parches grandes con un 14.92%, losa dividida con un 12.99% y descascaramiento de esquina con un 11.06%, constituyendo el 53.81% de las fallas encontradas. Así mismo, la mayoría de fallas son fallas de tipo funcional, mismas que tienen poco impacto en el tránsito normal de vehículos, por lo que no es necesario disminuir la velocidad y son mínimamente percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales.

Se concluye que las calles del sector sur de la ciudad de Celendín presentan un pavimento rígido de estado Bueno, con un PCI promedio igual a 56. Las severidades de las fallas en su mayoría son de media y baja severidad, y en los casos de severidad alta son muy puntuales por lo que no se pueden generalizar.

Para solucionar estas fallas se tienen que tener en cuenta: para las grietas lineales (14.84%), de severidad baja y media se debe de aplicar un sellado superficial y sellado de grietas de acuerdo a lo establecido en el manual de conservación de carreteras del MTC. Para los parches grande (14.92%), de severidad baja y media se debe realizar el remplazo de todo el parche, para conservar la integridad de la losa de concreto y el confort de los conductores.

**PALABRAS CLAVES:** índice de condición del pavimento (PCI), pavimento rígido, fallas, severidad.

## **ABSTRACT:**

The purpose of the thesis is to evaluate the state of conservation of the pavement of the streets of the Southern Sector of the Province of Celendín using the PCI method, for which field work was carried out in a total of 39 blocks, they were studied in detail and the faults were identified existing and quantified the state of each of them.

Field data was taken and processed according to the technical standard ASTM D 6433-03, for rigid concrete pavements, from which the following conclusions were reached:

The most common fault found was: linear cracks with 14.84%, large patches with 14.92%, divided slab with 12.99% and corner peeling with 11.06%, constituting 53.81% of the failures found. Likewise, most failures are functional failures, which have little impact on normal vehicle traffic, so it is not necessary to slow down and are minimally perceived by the driver, as they do not cause structural damage.

It is concluded that the streets of the southern sector of the city of Celendín present a rigid pavement of Good state, with an average PCI equal to 56. The severities of the faults are mostly of medium and low severity, and in the cases of severity high are very specific so I cannot generalize.

To solve these failures, it must be taken into account: for linear cracks (14.84%), of low and medium severity, a surface sealing and crack sealing must be applied in accordance with the provisions of the MTC road maintenance manual. . For large patches (14.92%), of low and medium severity, the entire patch should be replaced, to preserve the integrity of the concrete slab and the comfort of the conductors.

**KEY WORDS:** pavement condition index (PCI), rigid pavement, faults, severity.

# CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Introducción

La estructura vial, cumple un rol imprescindible en el desarrollo de un país, puesto que son las arterias por donde transita el comercio, así como permitir los intercambios sociales, culturales, etc. En tal sentido la estructura de un pavimento, como parte fundamental de la infraestructura vial juega un papel de gran importancia, debido a que debe ofrecer al usuario, un servicio cómodo seguro y económico.

El pavimento es un material de construcción susceptible a sufrir deterioro con el transcurso del tiempo. La conservación y mantenimiento de los pavimentos es crucial por la su exposición continua al tránsito vehicular liviano y a la exposición a cargas elevadas, el clima y tiempo puede provocar que el pavimento sufra desperfectos que alteren su estructura y por ende su funcionalidad.

Mantener los pavimentos en buen estado es fundamental, sobre todo en aquellos cuyas infraestructuras son clave para el desarrollo de las ciudades. Para que estas estructuras permanezcan en buen estado es importante dar mantenimiento constante, cambiando las secciones deterioradas.

En la actualidad existen varios métodos para la determinación del estado de conservación del pavimento, la más utilizada es el “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433) o también conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index). Que permite evaluar la condición del pavimento y tomar decisiones para su adecuada conservación.

## 1.2 Planteamiento del problema

El Perú es uno de los países sudamericanos con menos carreteras pavimentadas y con más carreteras en mal estado. Encontrando así que en la sierra las carreteras son de regular calidad, debido a lo agreste de la geografía, a pesar de esto cuentan con buenos servicios que mantienen una presencia notoria de las carreteras. (MARIANA, 2016)

En la actualidad la ciudad de Celendín presenta un sistema vial en crecimiento, cuenta casi en su totalidad con pistas y veredas en la zona urbana, pese a ello muchas calles se encuentran deterioradas debido a diversos factores, como: La vida útil de las pistas, de casi 20 años de antigüedad, y así mismo el incrementos del tráfico por el cambio

de uso y serviciabilidad de las vías, que han conllevado a un deterioro de los pavimentos de la zona de estudio, urge en tal sentido conocer las condiciones de características estructurales de las vías existentes.

Las vías de la ciudad de Celendín, presentan fisuras, bacheos y desgaste en su superficie. Así mismo no presentan señalización horizontal legible, y señalización vertical insuficiente.

Por tal motivo, es que, en diferentes sectores de la localidad, se necesita el cambio y renovación de las vías, para brindar adecuadas condiciones de transitabilidad a la población de la ciudad de Celendín. Sin embargo, para poder identificar la técnica más adecuada para mejorar la serviciabilidad del pavimento, se necesita conocer el estado real en que se encuentran las vías.

Para la evaluación de pavimentos existe un método denominado “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433) o también conocido como “Método PCI” (Pavement Condition Index), que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, dependiendo de la clase, severidad, y cantidad de fallas encontradas.

### **1.3 Formulación del problema**

Al momento de intervenir una vía para su mantenimiento, ya sea parcial o total, surge la interrogante de cuando debemos de tomar esta decisión, es por ello que para la investigación se ha considerado el siguiente problema:

¿Cuál es el estado de conservación del pavimento de las calles del Sector Sur de la Provincia de Celendín utilizando el método PCI?

### **1.4 Formulación de la hipótesis**

El estado de conservación del pavimento de las calles del Sector Sur de la Provincia de Celendín utilizando el método PCI, es regular.

### **1.5 Justificación de la investigación**

#### ***Justificación técnica:***

La presente investigación centró su importancia técnica en que se permitió conocer el estado superficial del pavimento rígido del Sector Sur de la Ciudad de Celendín. Es

decir, mediante el análisis, se determinó su estado de conservación real mediante el uso del método del PCI.

Con esa información se puede intervenir oportunamente y determinar si se hace una rehabilitación, mantenimiento o una construcción nueva.

***Justificación social:***

La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y rehabilitación permite prolongar la vida útil del pavimento lo que representa para los usuarios un mayor confort y seguridad en el desplazamiento de sus vehículos, lo que a futuro representaría un ahorro en mantenimiento de sus unidades vehiculares.

***Justificación académica:***

Permite la aplicación de este método de análisis y evaluación superficial del pavimento flexible, para conocer el estado de conservación de una vía.

Como beneficio adicional es que los futuros ingenieros conozcan la aplicación del método del PCI, dado que es una metodología más completa, además de ser confiable y económica.

## **1.6 Alcances o delimitación del problema**

### **Alcances**

La investigación se realizó en las calles del Sector Sur de la Ciudad de Celendín, lo que comprende las calles: jr. Bolognesi cuadra 8 a la 12, jr. Salaverry cuadra 6 a la 10, jr. Arequipa cuadra 7 a la 11, jr. Marcelino Gonzales cuadra 7 a la 11, jr. Pedro Ortiz Montoya cuadra 2 a la 5, jr. Túpac Amaru cuadra 1 a la 4, jr. 30 de Setiembre cuadra 2 a la 4, jr. José Carlos Mariátegui cuadra 1 a la 4 y jr. Javier Heraud cuadra 3 a la 6.

La metodología utilizada es el índice de condición del pavimento (PCI) normal ASTM D6433-03, para lo cual es necesario identificar y cuantificar la tipología de fallas presentes en el pavimento.

La investigación se realiza durante el año 2018, con las condiciones y características propias de este año.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

- Evaluar el estado de conservación del pavimento de las calles del Sector Sur de la Provincia de Celendín utilizando el método PCI.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Determinar y clasificar las fallas funcionales de las calles del Sector Sur de la Ciudad de Celendín mediante el método PCI.
- Determinar el nivel de severidad que presentan cada tipo de falla.
- Brindar las soluciones que vayan de acuerdo al tratamiento de las fallas funcionales de las calles del Sector Sur de la ciudad de Celendín.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes teóricos de la investigación.**

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

##### **Díaz, (2014)**

En su tesis titulada “Evaluación de la metodología PCI como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles”, cuyo objetivo fue desarrollar una matriz donde se propongan las actividades de rehabilitación y mantenimiento. (p. 06)

Concluyo con el desarrollo satisfactorio las matrices de rehabilitación de las metodologías VIZIR y PCI, encontrando similitudes significativas en cuanto conceptos y procedimientos propuestos en La Guía Metodológica de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos del INVIAS, cabe aclarar que esta matriz no tiene como fin remplazar la experiencia ni ensayos que se deben establecer en cada caso específico, en su alcance se presente como una guía para establecer las estrategias de rehabilitación. (p. 38)

Las metodologías guardan una gran similitud en los tipos de daños que evalúan en la auscultación visual excepto en los rangos de grado de severidad que manejan para para de finirlo, es por esto que la metodología PCI resulta ser más estricta que la Metodología francesa VIZIR y su tipo de intervención final en algunos casos podrá ser más costosa. (p. 38)

La metodología PCI en su forma de determinar el estado del pavimento da la opción de no incluir todas las secciones a evaluar mediante la aplicación de estadística, que para evaluaciones de menor importancia facilitan en gran medida la obtención del índice del estado del pavimento con desfase de  $\pm 5$  que ahorran recursos y tiempo. (p. 38)

##### **Sierra, C.C. & Rivas, A.F. (2016)**

En la tesis titulada “Aplicación y Comparación de las diferentes Metodologías de Diagnóstico para la Conservación y Mantenimiento del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 de la vía al llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) en la Upz Yomasa”, cuyo objetivo fue analizar, evaluar y comparar la aplicación de las metodologías VIZIR, Y PCI en

un pavimento flexible en el tramo PR 00+000 – PR 01+020 de la vía al llano (Dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa. (p.20)

En el tramo de vía evaluado PR 00+000 – PR 01+020 en el Sector de Yomasa de acuerdo con las mediciones realizadas, los datos obtenidos y la evaluación de las condiciones del pavimento para la metodologías PCI y VIZIR se obtuvo como resultado las calificaciones BUENO para la metodología VIZIR el cual obtuvo un valor del índice de deterioro superficial de 2 y excelente para la metodología PCI que dio como resultado un valor numérico de 89, lo que indica que la vía que va desde PR 00+000 hasta PR 01+020 se encuentra en muy buenas condiciones y que por el momento no se requiere intervención alguna ya que así lo determinan los resultados del estado de condición del pavimento de pavimento VIZIR y PCI. (p.62)

La metodología PCI inspecciona y evalúa todos los tipos de daños, deterioros o fallos que el pavimento pueda padecer, mientras que la metodología VIZIR evalúa con más rigurosidad los daños estructurales que son catalogados por esta como daños tipo A (ahuellamientos, parches, grietas longitudinales y piel de cocodrilo) y no tiene en cuenta los daños funcionales catalogados como daños tipo B. (p.62)

Realizando una comparación entre ambas metodologías se observa que la más completa es la PCI, por ende es más compleja y difícil, debido a sus rangos de clasificación los cuales van desde 0 para una superficie de pavimento fallada o deficiente hasta 100 que es un pavimento en excelentes condiciones, también como se explicó anteriormente la metodología PCI evalúa todos los daños que pueda padecer el pavimento, Sus cálculos para determinar la clasificación de los daños son más complejos y detallados lo que hace que sea más demorada su análisis y evaluación. (p.62)

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

#### **Robles, (2015)**

En la tesis titulada “Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco – Lima”, cuyo objetivo fue determinar el índice de condición de pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N°1 a la cuadra N° 8 a partir de la determinación y evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07. (p. 04)

El Manual del PCI, permite en forma más práctica y eficiente poder evaluar y determinar el grado de severidad de los diferentes tipos de fallas para implementar las acciones a ejecutar en una determinada superficie de rodadura con el fin de definir los límites de las áreas a reparar y así poder plasmar esa información en los planos de la vía, previo a la Inversión final y así garantizar la vida útil de la estructura del pavimento asfáltico y optimización de los recursos”. En la presente tesis, se reflejado que, si bien su aplicación constituye un primer paso en la evaluación del pavimento, debido a que únicamente es una inspección visual, posteriormente se deben realizar otras inspecciones tanto visuales como destructivas, con las cuales se podrá determinar con mayor exactitud el estado real del pavimento. Este método es de gran utilidad debido a su sencilla aplicación, además de proporciona una medida de la condición del pavimento en base a lo observado en la superficie del pavimento. (p. 64)

El PCI está diseñado para inspeccionar visualmente el estado de pavimentos asfálticos e hidráulicos. Es por ello que, al momento de analizar la Av. Pedro de Osma, no pudo aplicarse el método por ser una avenida construida de pavimento mixto. Es por ello que, a pesar de ser el método más eficaz y rápido en la actualidad, debe conocerse adecuadamente sus limitaciones para no caer en errores. A pesar de no haber aplicado el PCI, en base a la experiencia, se puede inferir que la sección izquierda está totalmente deteriorada y sería necesaria una reconstrucción total de la sección. (p. 65)

Debido a que es una inspección visual, el PCI no está diseñado para medir la capacidad estructural, ni proporcionar la medición directa de la resistencia de rodadura o rugosidad. Únicamente proporciona una objetiva y racional base para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación y cuáles son las prioridades. (p. 65)

La elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y rehabilitación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, lo cual representara un ahorro a futuro. Se recomienda que el desarrollo de este método, por parte de las entidades públicas y privadas, sea de manera continua, lo que permitirá el desarrollo de una mejor estrategia de mantenimiento y rehabilitación urbana. (p. 65)

### **Cruz, (2018)**

En la investigación titulada “Cálculo del índice de condición del pavimento con imágenes del vehículo aéreo no tripulado. Lima – Perú”, cuyo objetivo fue calcular el

índice de condición del pavimento (PCI) en vías urbanas, empleando las imágenes obtenidas con Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT). (p. 15)

Concluyo que el uso del vehículo aéreo no tripulado permite el levantamiento de información en corto tiempo, sin interrumpir el tráfico ni poner en riesgo la vida de los inspectores en comparación con el método convencional. (p. 74)

Empleando VANT como herramienta de inspección, evalúa completamente la vía sin determinar unidades de muestra mínima ni intervalos de muestra adicionales, lo que refleja la realidad del problema con fidelidad y seguridad. (p. 74)

El método VANT permite reducir el personal de campo en comparación con el método tradicional y por consecuencia, minimiza los costos de evaluación. (p. 74)

El uso de las imágenes georreferenciadas permite ubicar cada falla y su metrado correspondiente que articula como insumo con el método Pavement Condition Index (PCI). (p. 74)

La información relevada mediante VANT puede ser reproducible en cualquier momento a fin de analizar la evolución de las fallas en el tiempo y establecer las medidas preventivas de conservación. (p. 74)

La evaluación superficial de pavimentos empleando imágenes georreferenciadas es conveniente para gestionar actividades de mantenimiento y/o rehabilitación de las vías urbanas. (p. 74)

**Leguía, P.B. & Pacheco, H.F. (2016)**

En su tesis titulada “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima), tuvo como objetivo principal realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método pavement condition index (PCI). (p. xiv)

De la evaluación física – visual realizada a las Avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau se logró identificar 14 clases de fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible. (p. 105)

Aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) se determinó que la Av. Cincuentenario tiene un PCI de 51.84 y se encuentra en un estado de conservación

“Regular”; mientras que la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI de 59.29 y presentan un estado de conservación “Bueno”. (p. 105)

Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se puede clasificar el estado de conservación en el que se encuentran los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentan, a fin de realizar el tratamiento que corresponda para cada una. (p. 105)

### **Cantuarias, L.A. & Watanabe, J.R. (2017)**

En su tesis titulada “Aplicación del método PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida Camino Real de la urbanización la rinconada del Distrito de Trujillo”, cuyo objetivo fue aplicar la metodología PCI, en la evaluación superficial del pavimento flexible, para determinar el estado de conservación de la Av. Camino Real de la urbanización La Rinconada, del Distrito de Trujillo. (p. 07)

Determinaron la severidad en las que se encuentran actualmente las fallas en el Tramo N° 1, las cuales en nivel **bajo** y con una extensión total de 550.53 m<sup>2</sup> tenemos: Piel de cocodrilo, exudación, abultamiento y hundimiento, depresión, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, ahuellamiento, grieta parabólica hinchamiento, desprendimiento de agregados y con severidad **media** tenemos una extensión total de 374.23 m<sup>2</sup> siendo estos: abultamiento y hundimiento, depresión, parcheo, ahuellamiento, grieta parabólica y hueco. (p. 72)

En el Tramo N° 2 en nivel **bajo** y con una extensión total de 350.05 m<sup>2</sup> tenemos: piel de cocodrilo, exudación, hundimientos, depresión, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimento de agregados, ahuellamiento y con severidad **media** tenemos una extensión total de 161.72 m<sup>2</sup> siendo las fallas del tipo hundimientos, depresión, parcheo y ahuellamiento.

El indicador según la metodología PCI, el cual resultó en condición “EXCELENTE” le correspondería una Acción Mínima Correctiva. (p. 72)

### **2.1.3 Antecedentes locales**

#### **Vásquez, (2018)**

En la tesis titulada “Evaluación del estado de conservación de las calles del Sector Santa Rosa de la Ciudad de Bambamarca utilizando el método de índice de conservación del pavimento (PCI), realizada en la Ciudad de Cajamarca – Perú, cuya

investigación tuvo como objetivo determinar el índice de condición del pavimento de las calles del Sector Santa Rosa de la Ciudad de Bambamarca, utilizando los métodos PCI (p. 05)

Se llegó a la conclusión que de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se concluyó que la mayoría de jirones del Sector Santa Rosa se encuentran en estado regular donde necesitan su mantenimiento y rehabilitación en algunos casos específicos, sin embargo, hay dos jirones tales como José Gálvez y Ramón Castilla se encuentran en estados **muy malo y fallado** respectivamente los cuales dificulta su transitabilidad actual lo que necesitan su inmediata reconstrucción.

En la mayoría de jirones se encontraron fallas funcionales es decir que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son muy percibidas por el conductor a excepción de los jirones José Gálvez y Ramón Castilla los cuales dificultan la transitabilidad. (p. 95)

### **Raico, (2019)**

En la tesis titulada “Determinación del índice de condición del pavimento rígido en el jirón Colonial de la Ciudad de Cajamarca”, que tuvo como objetivo determinar el índice de condición del pavimento rígido en el jirón Colonial de la Ciudad de Cajamarca. (p. 03)

Determinó que el índice de condición del pavimento rígido en el jirón Colonial de la Ciudad de Cajamarca es de 81.52, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado muy bueno por estar dentro del rango (70–85). Este resultado es el promedio ponderado del PCI de las 15 unidades de muestreo presentes en el jirón Colonial. (p. 83)

Además, las fallas encontradas en el jirón Colonial son: Pulimento de agregados con una incidencia del 64.95%, parche pequeño con 8.68%, parche grande con 6.75%, descascaramiento de juntas con 6.11%, descascaramiento de esquina con 4.82%, grieta de esquina con 4.50%, grieta longitudinal con 2.89% y grieta de retracción con 1.29%. (p. 83)

Siendo el grado de severidad de las fallas encontradas son: Pulimento de agregados esta falla no cuenta con severidad, parche pequeño con severidad de baja y media, parche grande con severidad baja y media, descascaramiento de juntas con severidad de baja y media, descascaramiento de esquina con severidad de baja y media, grieta

de esquina con severidad de baja, media y alta, grieta longitudinal con severidad de baja y grieta de retracción esta falla no tiene severidad. (p. 83)

**Mondragón, (2018)**

En su tesis titulada “Evaluación del índice de condición del pavimento rígido en la Calle Mariscal Ureta cuadras 12, 13, Y 14 de la ciudad de Jaén- Cajamarca”, cuyo objetivo fue evaluar el índice de condición del pavimento rígido en la calle Mariscal Ureta cuadras 12,13 y 14, aplicando el método del índice de condición de pavimento (PCI). (p. xi)

Al culminar la investigación determinó que el estado del pavimento rígido de las tres unidades de la calle Mariscal Ureta dio como resultado ponderado de Índice de condición del pavimento de 38.58%, catalogándose a la fecha como **malo** y dando como aceptada nuestra hipótesis. (p. 159)

Las deficiencias más frecuentes medidas en las tres cuadras de la calle Mariscal Ureta son: grietas de esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, descascaramiento de esquina, desconchamiento, parcheo grande, parcheo pequeño, pulimento de agregado. (p. 159)

Las grietas longitudinales, transversales con nivel de severidad y cuantificación media y el desconchamiento con nivel de severidad y cuantificación alta son los daños más comunes y de mayor incidencia en la Calle Mariscal Ureta. (p. 159)

En la calle Mariscal Ureta el principal factor causante del deterioro del pavimento es la baja resistencia del concreto cuyo promedio alcanza 95.25 kg/cm<sup>2</sup> existiendo un déficit de 114.75 kg/cm<sup>2</sup> respecto del expediente técnico. (p. 159)

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Pavimento.

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

Mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

### 2.2.2 Clasificación de los pavimentos.

En nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, semirrígido, rígidos y articulados.

#### 2.2.2.1 Pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas dependencias de las necesidades particulares de cada obra.

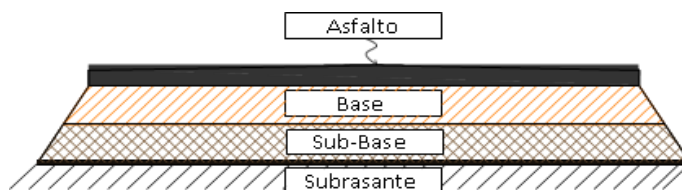


Figura 1 Estructura de pavimento flexible

Fuente: (Cruz, C.; Palacios, EE., 2012)



### 2.2.2.2 Pavimento semirrígido

Aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción.

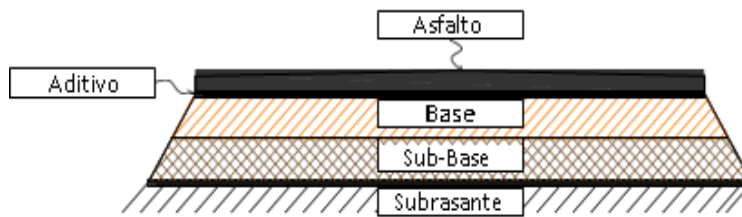


Figura 2 Estructura de pavimento semirrígido.

Fuente: (Cruz, C.; Palacios, EE., 2012)

### 2.2.2.3 Pavimento rígido

Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en ciertos grados, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento.

### 2.2.2.4 Pavimento articulado

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre la capa de base granular o directamente sobre la subrasante,

dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas por dicho pavimento.

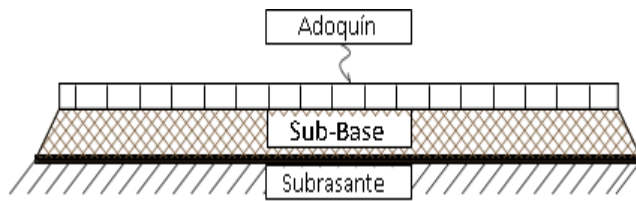


Figura 3 Estructura de pavimento articulado.

Fuente: (Cruz, C.; Palacios, EE., 2012)

### 2.2.3 Serviciabilidad de pavimento

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

### 2.2.4 Evaluación de pavimentos

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

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

#### 2.2.4.1 Importancia de la evaluación de pavimentos

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

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

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

#### **2.2.4.2 Objetivos en la evaluación de pavimentos**

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

evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva.

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

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

#### **2.2.4.3 Curvas de comportamiento de los pavimentos**

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación histórica de la calidad del pavimento.

Para analizar el comportamiento funcional del pavimento se necesita información de calidad de rodadura durante el periodo de estudio y de los datos históricos del tránsito que se han solicitado al pavimento durante ese periodo.

Con la ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, se puede graficar la degradación del pavimento, consiguiendo de esta manera visualizar el tiempo en el que un pavimento necesitará una rehabilitación, consiguiendo con esto incrementar la vida útil del pavimento.

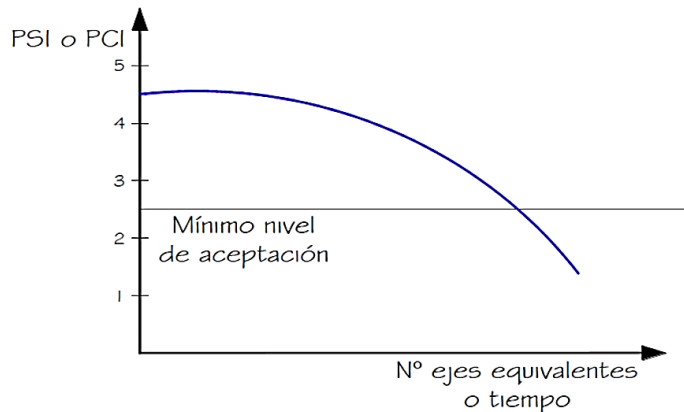


Gráfico 1 Curva de comportamiento de un pavimento

Fuente: (Cruz, C.; Palacios, EE., 2012)

En la figura, se representa el comportamiento de un pavimento en función del tiempo o del número de ejes equivalentes al cual está expuesto; mediante esta representación se podrá adoptar medidas adecuadas, las cuales permitan aumentar la vida útil de un pavimento.

## 2.2.5 Tipos de fallas en los pavimentos

Las fallas en los pavimentos pueden ser divididas en dos grandes grupos que son fallas de superficie y fallas en la estructura.

### 2.2.5.1 Fallas de superficie

Son las fallas en la superficie de rodamiento, debidos a las fallas en la capa de rodadura y que no guardan relación con la estructura de la calzada.

La corrección de estas se fallas se efectúa con solo regularizar su superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

### 2.2.5.2 Fallas estructurales

Comprende los defectos de la superficie de rodamiento, cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento, es decir, de una o más capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que imponen el tránsito y el conjunto de factores climáticos.

Para corregir este tipo de fallas es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

## **2.2.6 Tipos de evaluación de pavimentos**

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, entre los aplicables al presente estudio están

### **2.2.6.1 VIZIR**

Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación.

Este índice ha sido desarrollado por el Laboratorio Central des Ponts et Chaussés – France o por sus siglas en inglés LCPC.

El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.

### **2.2.6.2 FHWA / OH99 / 004**

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

### **2.2.6.3 ASTM D 6433-03**

También conocido como Pavement Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Este método ha sido aplicado en la presente investigación, debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

En la “Guía Metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras” (INVÍAS), indica que este método presenta un grado de complejidad en la determinación del índice, por involucrar una corrección en el valor de la densidad de un deterioro.

## 2.3 Índice de condición de pavimento

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

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

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

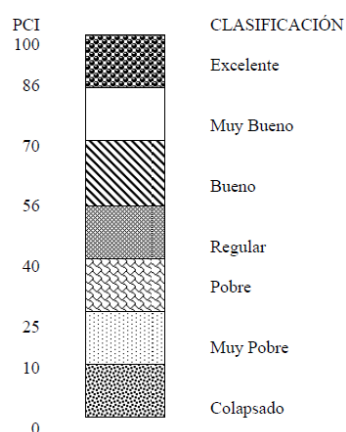


Figura 4 Índice de condición del pavimento (PCI) y escala de clasificación

Fuente: (ASTM International, 2003)

**Tabla 1**

Rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Rango	Clasificación
<b>100-85</b>	Excelente
<b>85-70</b>	Muy Bueno
<b>70-55</b>	Bueno
<b>55-40</b>	Regular
<b>40-25</b>	Malo
<b>25-10</b>	Muy Malo
<b>10-0</b>	Fallado

Fuente: (ASTM International, 2003)

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

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

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. A continuación, se ilustran los formatos para la inspección de pavimentos asfálticos y de concreto, respectivamente. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente.

CONCRETE SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT				
BRANCH _____		SECTION _____		SAMPLE UNIT _____
SURVEYED BY _____		DATE _____		SAMPLE AREA _____
<u>Distress Types</u>			SKETCH:	
21. Blow up/Buckling    31. Polished Aggregate 22. Corner Break        32. Popouts 23. Divided Slab        33. Pumping 24. Durability Crack    34. Punchout 25. Faulting              35. Railroad Crossing 26. Joint Seal            36. Scaling 27. Lane/Shoulder      37. Shrinkage 28. Linear Cracking     38. Spalling Corner 29. Patching (Large)    39. Spalling Joint 30. Patching (Small)			•     •     •     •     • •     •     •     •     •    10 •     •     •     •     •    9 •     •     •     •     •    8 •     •     •     •     •    7 •     •     •     •     •    6 •     •     •     •     •    5 •     •     •     •     •    4 •     •     •     •     •    3 •     •     •     •     •    2 •     •     •     •     •    1	
DIST TYPE	SEV	NO. SLABS	DENSITY %	DEDUCT VALUE

Figura 5 Formato de exploración de condición para carreteras con superficie en concreto hidráulico  
 Fuente: (ASTM International, 2003)

**2.3.1.1 Unidades de Muestreo.**

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

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado se sugiere la elaboración de



esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades ya que servirá para referencia futura.

### 2.3.1.2 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.

En la “Evaluación De Una Red” vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por lo tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 01, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

$$n = \frac{N \cdot \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \cdot (N - 1) + \sigma^2} \dots \dots \dots (Ec. 01)$$

Donde:

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

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

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

**$\sigma$ :** Desviación estándar del PCI entre las unidades.

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

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

### 2.3.1.3 Selección de las unidades de muestreo para inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

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

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots (Ec. 02)$$

Donde:

**N:** Número total de unidades de muestreo disponible.

**n:** Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

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

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

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

#### **2.3.1.4 Selección de unidades de muestreo adicionales:**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

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

### 2.3.1.5 Evolución de la condición

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- a. Equipo.
  - Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños.
  - Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
  - Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

- b. Procedimiento.

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo con el Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se deben conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimientos de medida los daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad muestreo y en los formatos cada renglón se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

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

### 2.3.2 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

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

#### **Etapas 1. Cálculo de los valores deducidos.**

1. a. Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato.
1. b. Divida el número de losas contabilizado en 1.a. entre el número de losas de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%) Esta es la densidad por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

- 1. c.** Determine los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva

**Etapa 2. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)**

- 2. a.** Si ninguno o tan sólo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del mayor “valor deducido corregido”, CDV, obtenido en la Etapa 4. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.
- 2. b.** Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- 2. c.** Determine el “número máximo admisible de valores deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots \dots \dots (Ec. 03)$$

Donde:

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

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

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

**Etapa 3. Cálculo del “máximo valor deducido corregido”, CDV.**

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

- 3. a.** Determine el número de valores deducidos,  $q$ , mayores que 2.0.
- 3. b.** Determine el “valor deducido total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- 3. c.** Determine el CDV con  $q$  y el “valor deducido total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- 3. d.** Reduzca a 2.0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que  $q$  sea igual a 1.
- 3. e.** El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Etapa 4. Calcule el PCI restando de 100 el máximo CDV.**

En la ilustración se presenta un formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “máximo valor deducido corregido”, CDV.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Figura 6 Formato para las iteraciones del cálculo del CDV

Fuente: (Vásquez, 202)

**2.3.3 Cálculo del PCI de una sección de pavimento**

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

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

$$PCI_s = \frac{[(N - A) \cdot PCI_R] + (A \cdot PCI_A)}{N} \dots \dots \dots (Ec. 04)$$

Donde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

PCR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

**2.4 Pavimento rígido**

Estos pavimentos se conforman por una subbase y por una losa de concreto hidráulico, la cual le va a dar una alta resistencia a la flexión. Además de los esfuerzos a flexión

y de compresión, este tipo de pavimento se va a ver afectado en gran parte por los esfuerzos que tenga que resistir al expandirse o contraerse por cambios de temperatura y por las condiciones climáticas. Es por esto que su diseño toma como parámetros los siguientes conceptos.

- Volumen tipo y peso de los vehículos que transitaran por esa vialidad.
- Módulo de reacción de la subrasante.
- Resistencia del concreto que se va a utilizar.
- Condiciones climáticas

## **2.4.1 Elementos que integran un pavimento rígido**

### **2.4.1.1 Subrasante**

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

### **2.4.1.2 Subbase**

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de

material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

#### **2.4.1.3 Superficie de rodadura**

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

#### **2.4.2 Manual de daños para concreto rígido**

Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito.

**L: (Low: Bajo).** Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

**M: (Medium: Medio):** Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

**H: (High: Alto):** Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal. (Vásquez, 202)

### 2.4.2.1 Tipos de daños en pavimentos rígidos

En el presente apartado se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Grietas
- Deterioro de las juntas
- Deterioro superficial
- Otros deterioros

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición, nivel de severidad, la forma de medición, sus posibles causas, su evolución probable y reparaciones que pueden realizarse, (se presenta una posible reparación, que debe ser tomada como una primera aproximación a una solución definitiva la cual será sustentada con ensayos e información detallada). Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daño, estos se basan fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular. En términos generales, los niveles de severidad adoptados en el presente manual son: severidad baja, severidad media y severidad alta; a medida que se van definiendo los diferentes tipos de daño se van definiendo también las características de cada nivel de acuerdo cada deterioro en particular.

Cuando en un mismo tipo de daño se advierten varios niveles de severidad es preciso reportar la más alta, es decir, si para un mismo tipo de daño en un mismo lugar se presentan deterioros con severidad baja y media, se debe reportar el daño con severidad media. En ocasiones ocurre que en un mismo sitio se advierten dos o más tipos de daño, en este caso se debe reportar el daño que más incomodidad presente a los usuarios de la vía, por ejemplo, si en un mismo sitio se presentan simultáneamente grietas longitudinales, transversales y levantamiento localizado, se debe reportar el levantamiento localizado.

#### 2.4.2.1.1 BLOWUP – BUCKLING

**Descripción:** Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la



expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

### **Niveles de severidad**

**L:** Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

**M:** Causa una calidad de tránsito de severidad media.

**H:** Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

### **Medida**

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

### **Opciones de reparación**

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

**M:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

**H:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

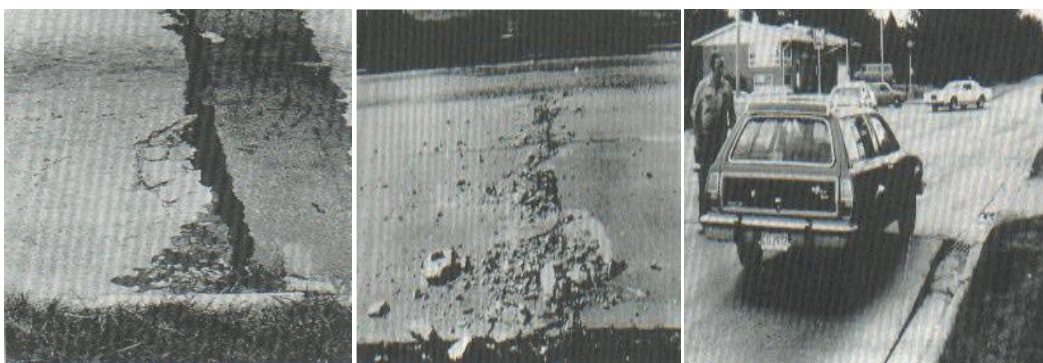


Figura 7 Blowup / Buckling (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### **2.4.2.1.2 GRIETA DE ESQUINA**

**Descripción:** Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados,

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

### **Niveles de severidad**

**L:** La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.

**M:** Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M)

**H:** Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

### **Medida**

La losa dañada se registra como una (1) losa si:

1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media.

### **Opciones de reparación**

**L:** No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.

**M:** Sellado de grietas. Parcheo profundo.

**H:** Parcheo profundo.

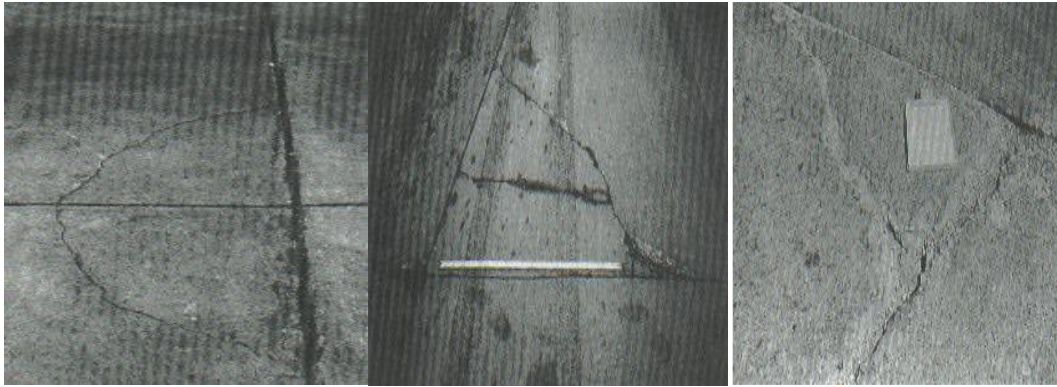


Figura 8 Grieta de esquina (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

### 2.4.2.1.3 LOSA DIVIDIDA.

**Descripción:** La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

#### Niveles de severidad

Tabla 2 Niveles de Severidad para Losa Dividida

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos en la losa agrietada		
	4 a 5	6 a 8	8 a más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

#### Medida

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

#### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

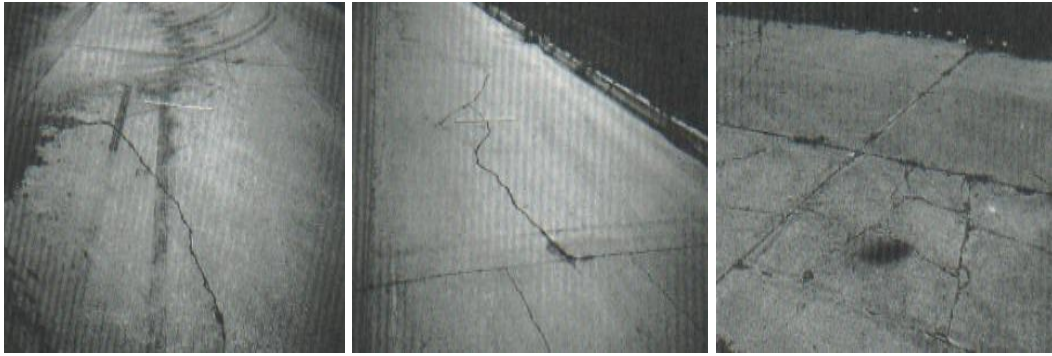


Figura 9 Losa dividida (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.4 GRIETA DE DURABILIDAD “D”.

**Descripción:** Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

##### Niveles de severidad

**L:** Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

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

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.
2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

**H:** Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

##### Medida

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de

daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

### Opciones de reparación

**L:** No se hace nada.

**M:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

**H:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.



Figura 10 Grieta de durabilidad (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.5 ESCALA.

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

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

#### Niveles de severidad

**L:** Diferencia en elevación de 3 a 10 mm.

**M:** Diferencia en elevación de 10 a 19 mm.

**H:** Diferencia en elevación mayor que 19 mm.

#### Medida

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

### Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado.

H: Fresado.



Figura 11 Escala (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.6 DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA.

**Descripción:** Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

1. Desprendimiento del sellante de la junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).
5. Pérdida de adherencia a los bordes de la losa.
6. Falta o ausencia del sellante en la junta.

#### Niveles de severidad

**L:** El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.

**M:** Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

**H:** Está en condición generalmente buena en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, los cuales ocurren en un grado severo. El sellante requiere reemplazo inmediato.

### **Medida**

No se registra losa por losa, sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área.

### **Opciones de reparación**

**L:** No se hace nada.

**M:** Resellado de juntas.

**H:** Resellado de juntas.

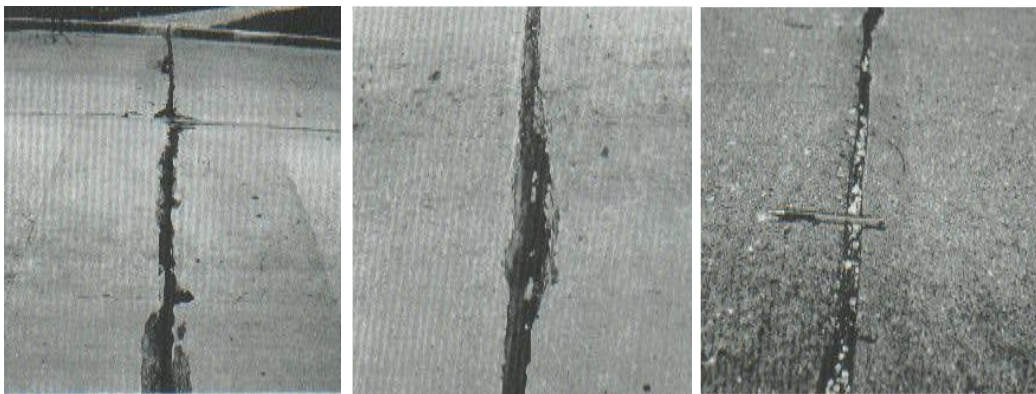


Figura 12 Daño del sello de junta (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### **2.4.2.1.7 DESNIVEL CARRIL / BERMA.**

**Descripción:** El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

#### **Nivel de severidad**

**L:** La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25 mm a 51 mm.

**M:** La diferencia de niveles es de 51 mm a 102 mm.

**H:** La diferencia de niveles es mayor que 102 mm.

#### **Medida**

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.

### **Opciones de reparación**

**L, M, H:** Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.



Figura 13 Desnivel carril / berma (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

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

**Descripción:** Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

#### **Niveles de severidad**

##### **Losas sin refuerzo**

**L:** Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

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

1. Grieta no sellada con ancho entre 12 mm y 51 mm.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51 mm con escala menor que 10 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10 mm.



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

1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51 mm.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10 mm.

### **Losas con refuerzo**

**L:** Grietas no selladas con ancho entre 3 mm y 25 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

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

1. Grieta no sellada con un ancho entre 25 mm y 76 mm y sin escala.
2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76 mm con escala menor que 10 mm.
3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10 mm.

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

1. Grieta no sellada de más de 76 mm de ancho.
2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10 mm.

### **Medida**

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición.

### **Opciones de reparación**

**L:** No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

**M:** Sellado de grietas.

**H:** Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

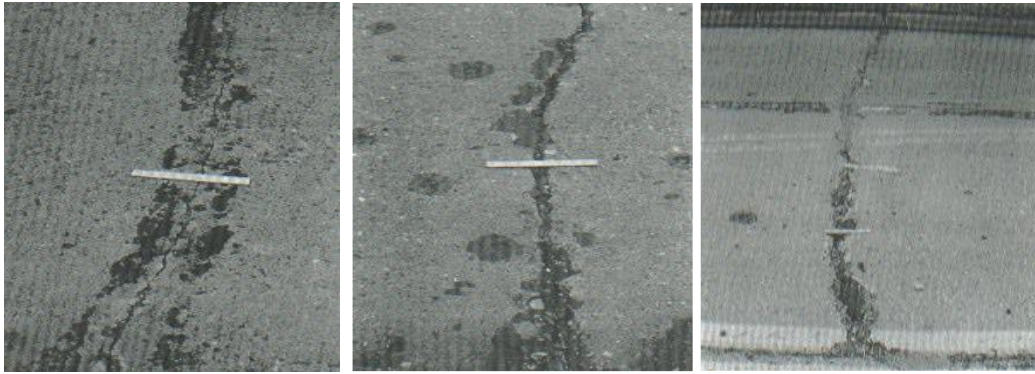


Figura 14 Grietas lineales (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### **2.4.2.1.9 PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS**

**Descripción:** Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

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

**L:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

**M:** El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.

**H:** El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

##### **Medida**

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.

##### **Opciones para reparación**

**L:** No se hace nada.

**M:** Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

**H:** Reemplazo del parche.



Figura 15 Parche grande y acometidas de servicios públicos (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### **2.4.2.1.10 PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M<sup>2</sup>).**

**Descripción:** Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno.

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

**L:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.

**M:** El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

**H:** El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

##### **Medida**

Si una losa presenta uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se registra como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se registra como una losa con el mayor nivel de daño. Si la causa del parche es más severa, únicamente se contabiliza el daño original.

##### **Opciones para reparación**

**L:** No se hace nada.

**M:** No se hace nada. Reemplazo del parche.

**H:** Reemplazo del parche.



Figura 16 Parche pequeño (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.11 PULIMENTO DE AGREGADOS.

**Descripción:** Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

##### Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto.

##### Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

##### Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta.



Figura 17 Pulimento de agregados

#### 2.4.2.1.12 POPOUTS.

**Descripción:** Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

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

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.

##### **Medida**

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

##### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Figura 18 Popout.

#### 2.4.2.1.13 BOMBEO.

**Descripción:** El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie

y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

#### **Niveles de severidad**

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.

#### **Medida**

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

#### **Opciones de reparación**

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas.



Figura 19 Bombeo.

#### **2.4.2.1.14 PUNZONAMIENTO.**

**Descripción:** Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros)

#### **Niveles de severidad**

**Tabla 3**  
Niveles de Severidad para Punzonamiento

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	5 a más
<b>L</b>	L	L	M
<b>M</b>	M	M	H
<b>H</b>	M	M	H

### Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

### Opciones de reparación

**L:** No se hace nada. Sellado de grietas.

**M:** Parcheo profundo.

**H:** Parcheo profundo.



Figura 20 Punzonamiento (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.15 CRUCE DE VÍA FÉRREA.

**Descripción:** El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

#### Niveles de severidad

**L:** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

**M:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

**H:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

#### Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce.

### Opciones de reparación

**L:** No se hace nada.

**M:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

**H:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.



Figura 21 Cruce de vía férrea (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.16 DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO.

**Descripción:** El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0 mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

#### Niveles de severidad

**L:** El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie esta en buena condición con solo un descamado menor presente.

**M:** La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

**H:** La losa esta descamada en más del 15% de su área.

#### Medida



Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.

### **Opciones para reparación**

**L:** No se hace nada.

**M:** No se hace nada. Reemplazo de la losa.

**H:** Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobre carpeta.

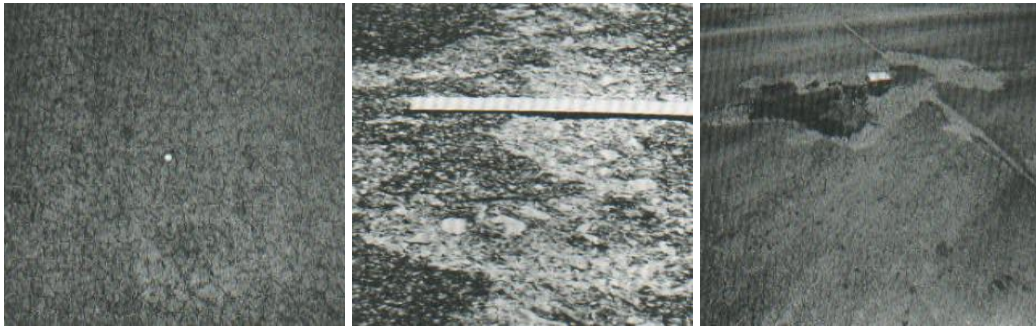


Figura 22 Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### **2.4.2.1.17 GRIETAS DE RETRACCIÓN.**

**Descripción:** Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.

#### **Niveles de severidad**

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.

#### **Medida**

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

#### **Opciones de reparación**

L, M y H: No se hace nada.



Figura 23 Grietas de contracción.

#### 2.4.2.1.18 DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA.

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

#### Niveles de severidad

En el Cuadro 38.1 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm<sup>2</sup> desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

**Tabla 4**  
Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
Menor de 25.0 mm	127 x 127 mm a 305 x 305 mm	Mayor que 305 x 305 mm
> 25 mm a 51 mm	L	L
Mayor de 51 mm	L	M
	M	H

#### Medida

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.

#### Opciones de reparación

**L:** No se hace nada.

**M:** Parcheo parcial.

**H:** Parcheo parcial.

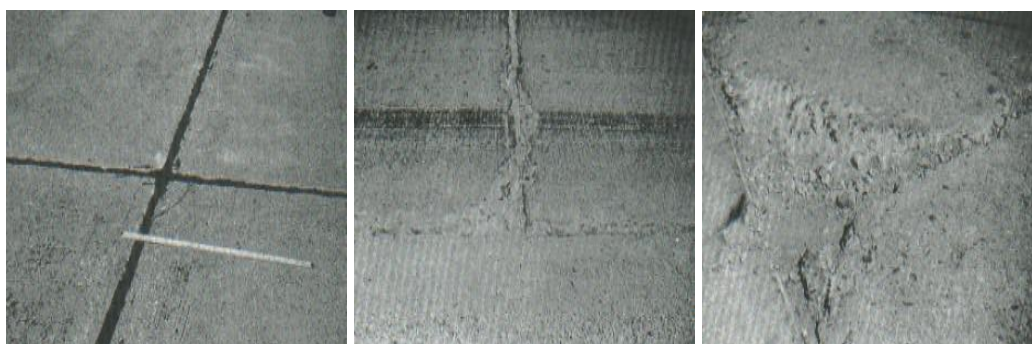


Figura 24 Descascaramiento de esquina (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

#### 2.4.2.1.19 DESCASCARAMIENTO DE JUNTA.

**Descripción:** Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

#### Niveles de severidad

En el Cuadro se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.

**Tabla 5**  
Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
<b>Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)</b>	<102 mm	L	L
	>102mm	L	L
<b>Sueltos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25 mm.</b>	<102 mm	L	M
	>102mm	L	M
<b>Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos</b>	<102 mm	L	M
	>102mm	M	H

## Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

## Opciones para reparación

**L:** No se hace nada.

**M:** Parcheo parcial.

**H:** Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

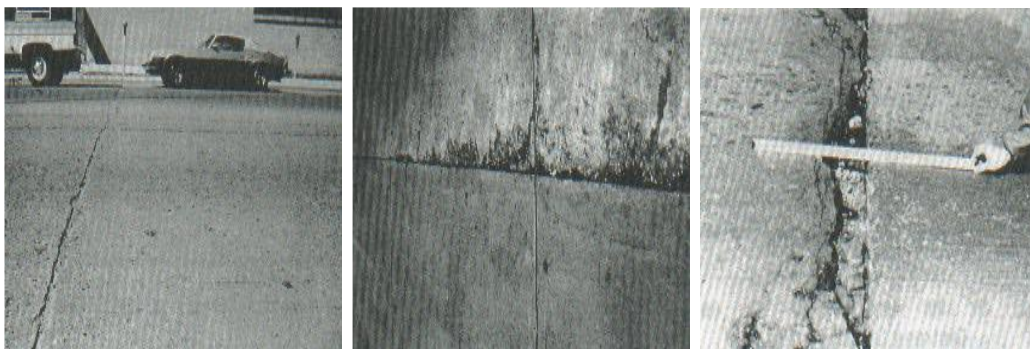


Figura 25 Descascaramiento de junta (Izquierda severidad baja, centro severidad media e izquierda alta severidad)

## **2.5 Definición de términos básicos**

### **2.5.1 Pavimento.**

Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: sub base, base y rodadura. (Glosario de Términos, MTC 2018.)

### **2.5.2 Superficie de rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. (Glosario de Términos, MTC 2018.)

### **2.5.3 Subrasante**

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

### **2.5.4 Subbase**

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada. Esta capa de

material se coloca entre la subrasante y la capa de base, sirviendo como material de transición, en los pavimentos flexibles.

### **2.5.5 Deterioro**

Disminución de la vida útil de la vía, por razones de uso y ambientales. Es aceptable que, con el paso del tiempo, los efectos ambientales y el uso algunos elementos de la vía comiencen a presentar malformaciones, desgastes en ellos, además de que es imposible evitarlos; estos generalmente se presentan solo en la superficie de rodamiento (deterioros superficiales) si se efectuara una conservación se evita que este deterioro se convierta en falla.

### **2.5.6 Falla.**

Pérdida de la capacidad operativa del elemento. Se trata de una discontinuidad en el material originado por las fuerzas que actúan sobre él y que logran superar la resistencia del mismo. Existe una rotura no superficial en el material y su conservación es mayor. Estos no solo se presentan en la superficie de rodamiento sino también en las diferentes capas que forman la vía (deterioros estructurales).

### **2.5.7 Fallas por defectos constructivos**

Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.

### **2.5.8 Falla por fatiga en los pavimentos flexibles**

Estas fallas son provocadas por la constante circulación de vehículos, y que a la larga terminan desgastando al pavimento y ocasionando fallas en su estructura.

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas se encuentran el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, de formación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación.

### **2.5.9 Bacheo**

Actividad de mantenimiento rutinario que consiste en rellenar y compactar los baches o depresiones que pudieran presentarse en la superficie de rodadura. (Glosario de Términos, MTC 2018.)

### **2.5.10 Abrasión**

Desgaste mecánico de agregados gruesos y rocas resultante de la fricción o impacto dentro de la maquina denominada LOS ANGELES, la que rota alrededor de su eje.  
(Glosario de Términos, MTC 2018.)

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación temporal

La investigación se realizó en los años 2018 y 2019, por lo que los datos de campo son válidos solo para este periodo.

### 3.2 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el sector sur de la ciudad de Celendín, comprendiendo las calles: jr. Bolognesi cuadra 8 a la 12, jr. Salaverry cuadra 6 a la 10, jr. Arequipa cuadra 7 a la 11, jr. Marcelino Gonzales cuadra 7 a la 11, jr. Pedro Ortiz Montoya cuadra 2 a la 5, jr. Túpac Amaru cuadra 1 a la 4, jr. 30 de Setiembre cuadra 2 a la 4, jr. José Carlos Mariátegui cuadra 1 a la 4 y jr. Javier Heraud cuadra 3 a la 6.

Teniendo como ubicación política:

**Región:** Cajamarca

**Provincia:** Celendín

**Distrito:** Celendín

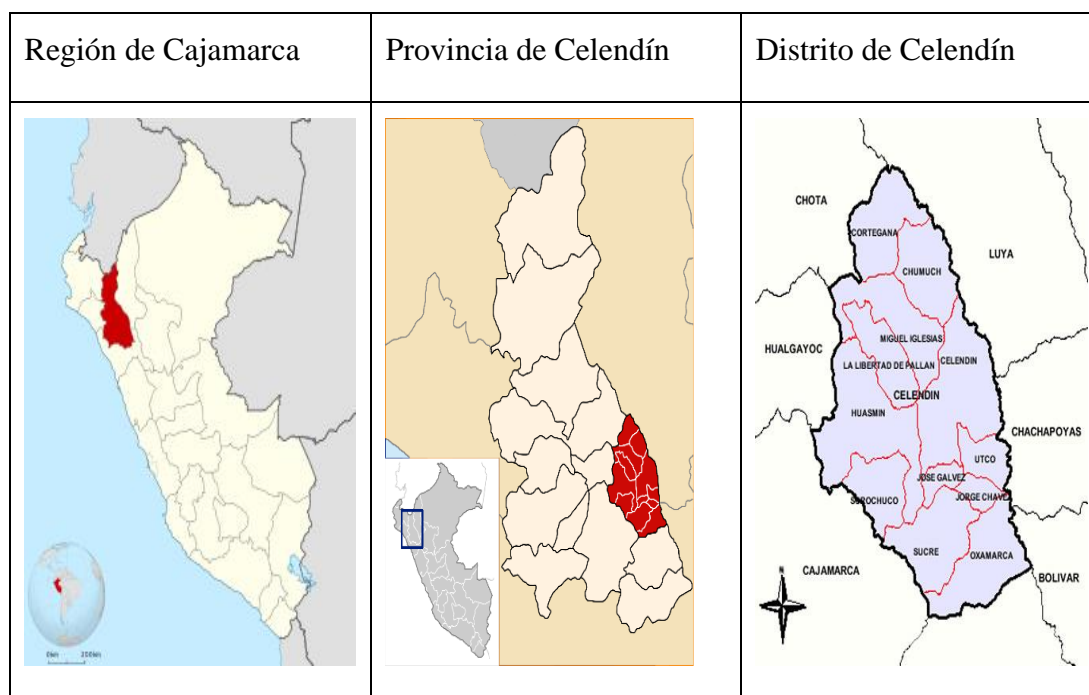


Figura 26 Ubicación de la Región Cajamarca, Provincia y distrito de Celendín.

Fuente: [https://eo.wikipedia.org/wiki/Dosiero:Peru\\_-\\_Cajamarca\\_Department\\_\(locator\\_map\).svg](https://eo.wikipedia.org/wiki/Dosiero:Peru_-_Cajamarca_Department_(locator_map).svg)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/Location\\_of\\_the\\_province\\_Celend%C3%ADn\\_in\\_Cajamarca.svg/164px-Location\\_of\\_the\\_province\\_Celend%C3%ADn\\_in\\_Cajamarca.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/6b/Location_of_the_province_Celend%C3%ADn_in_Cajamarca.svg/164px-Location_of_the_province_Celend%C3%ADn_in_Cajamarca.svg.png)

[http://www.perutouristguide.com/jpg/06ca/mapa\\_provincia\\_celendin.jpg](http://www.perutouristguide.com/jpg/06ca/mapa_provincia_celendin.jpg)







### **3.4 Metodología**

#### **3.4.1 Tipo de investigación**

La investigación es de tipo Aplicada. Se aplicó en la solución del problema para la conservación del pavimento flexible como medida de solución al tiempo de vida.

#### **3.4.2 Nivel de investigación**

El tipo de nivel de la investigación es: Descriptivo porque se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno

#### **3.4.3 Diseño de la investigación.**

El diseño que se utilizó, para el desarrollo de la Investigación es: Transversal Correlacional.

#### **3.4.4 Población de estudio**

Para la presente investigación la población en estudio será las vías urbanas de concreto rígido de la ciudad de Celendín.

#### **3.4.5 Muestra.**

Estará determinada sector sur de la ciudad de Celendín, comprendiendo las calles: jr. Bolognesi cuadra 8 a la 12, jr. Salaverri cuadra 6 a la 10, jr. Arequipa cuadra 7 a la 11, jr. Marcelino Gonzales cuadra 7 a la 11, jr. Pedro Ortiz Montoya cuadra 2 a la 5, jr. Túpac Amaru cuadra 1 a la 4, jr. 30 de Setiembre cuadra 2 a la 4, jr. José Carlos Mariátegui cuadra 1 a la 4 y jr. Javier Heraud cuadra 3 a la 6.

#### **3.4.6 Unidad de análisis.**

La Unidad de Análisis son las losas de concreto rígido de las calles del sector sur de la ciudad de Celendín.

#### **3.4.7 Operacionalización de variables**

##### ***Variable independiente***

X1 = índice de condición del pavimento.

##### ***Variable dependiente***

Y1 = Estado de conservación del pavimento.

**Tabla 7**  
Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	HERRAMIENTAS	
<b>Independiente</b>	Índice de condición del pavimento.	Metodología para la evaluación y calificación de pavimentos de acuerdo a su condición funcional.	Valores desde 0 hasta 100.	- Parámetros de evaluación - Calculo del PCI. - Condición del Pavimento	- Formato de evaluación
<b>Dependiente</b>	Estado de conservación del pavimento	Condición cualitativa de conservación de un pavimento	Excelente, muy bueno, bueno, regular, pobre, muy pobre, colapsado.	- Prolongación de la vida útil del Pavimento	- Metodología del PCI.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8**  
Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES			INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
			TIPO	DE VARIABLE	VARIABLE				
¿Cuál es el estado de conservación del pavimento de las calles del sector sur de la provincia de Celendín utilizando el método PCI?	Evaluar el estado de conservación del pavimento de las calles del sector sur de la provincia de Celendín utilizando el método PCI	El estado de conservación del pavimento de las calles del sector sur de la provincia de Celendín utilizando el método PCI, es Regular.	Independiente	Índice de condición del pavimento.	de	- Parámetros de evaluación - Calculo del PCI. - Condición del Pavimento	Del 0 al 100	Procedimiento del PCI	Norma ASTM D 6433-03
			Dependiente	Estado de conservación del Pavimento	de	- Prolongación de la vida útil del Pavimento	Excelente, muy bueno, regular, muy pobre, colapsado.	muy bueno, pobre, del pavimento	Ponderado del índice de condición del pavimento

Fuente: Elaboración propia

### **3.4.8 Técnicas e instrumentos recolectados de datos**

Hojas de datos, o cualquier sistema de almacenamiento de información en campo que permita registrar: fecha, ubicación, componente, sección, tamaño de la unidad de muestra, número de progresivas, tipos de falla, grado de severidad, cantidades, nombre del encargado de la inspección.

Regla y una wincha o cinta métrica para medir las profundidades de los ahuellamientos o depresiones y las longitudes y las áreas de los daños.

### **3.4.9 Análisis e interpretación de datos**

Para lograr el análisis e interpretación de datos, vamos a seguir los siguientes pasos:

- A la longitud de las calles en estudio, lo dividiremos en tramos, las cuales serán divididas a su vez en secciones.
- Cada sección es nuevamente dividida en unidades de muestreo.
- El tipo y la severidad de la condición del pavimento será calculada por la inspección visual de las unidades de muestro del pavimento.
- El índice de cada sección es determinado en base a los índices de cada unidad de muestreo dentro de la sección.
- El cálculo de cada una de las fallas reconocidas, se encuentran en la Norma ASTM.

## **3.5 Procedimiento**

### **3.5.1 Muestreo**

Para llevar a cabo el muestreo, se siguió el siguiente procedimiento:

#### ***Selección de la muestra:***

Se aislaron las calles del sector sur de la ciudad de Celendín, de acuerdo a lo que se muestra en el plano de ubicación del proyecto.

Se identificó y señalo las unidades de muestra, con el fin de que se facilite la localización sobre la superficie del pavimento durante la inspección, y a la vez, que sea posible verificar las fallas existentes.

Se evaluaron todas las unidades de muestra de la sección, considerando un número de unidades de muestra que garantice un nivel de confiabilidad del 95%.

### ***Cálculo de unidades de muestreo:***

Teniendo en cuenta que el diseño del pavimento, tráfico y condición del mismo, es similar en todas las calles del sector, se evaluó todas las losas de las calles en estudio, el número de cuadras y la cantidad de paños se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 9**

Resumen de calles y numero de paños evaluados en el estudio

<b>NOMBRE DEL JIRON</b>	<b>N° DE CUADRA</b>	<b>N° DE PAÑOS</b>
Jr. Bolognesi	8	40
Jr. Bolognesi	9	50
Jr. Bolognesi	10	50
Jr. Bolognesi	11	54
Jr. Bolognesi	12	52
Jr. Salaverry	6	42
Jr. Salaverry	7	50
Jr. Salaverry	8	50
Jr. Salaverry	9	54
Jr. Salaverry	10	52
Jr. Arequipa	7	46
Jr. Arequipa	8	54
Jr. Arequipa	9	56
Jr. Arequipa	10	54
Jr. Arequipa	11	52
Jr. Marcelino Gonzales	7	50
Jr. Marcelino Gonzales	8	46
Jr. Marcelino Gonzales	9	58
Jr. Marcelino Gonzales	10	52
Jr. Marcelino Gonzales	11	52
Jr. Pedro Ortiz Montoya	2	54
Jr. Pedro Ortiz Montoya	3	42
Jr. Pedro Ortiz Montoya	4	48
Jr. Pedro Ortiz Montoya	5	48
Jr. Túpac Amaru	1	62
Jr. Túpac Amaru	2	40
Jr. Túpac Amaru	3	46
Jr. Túpac Amaru	4	46
Jr. 30 De Setiembre	2	58

Jr. 30 De Setiembre	3	40
Jr. 30 De Setiembre	4	46
Jr. José Carlos Mariátegui	1	36
Jr. José Carlos Mariátegui	2	42
Jr. José Carlos Mariátegui	3	44
Jr. José Carlos Mariátegui	4	40
Jr. Javier Heraud	3	36
Jr. Javier Heraud	4	42
Jr. Javier Heraud	5	44
Jr. Javier Heraud	6	44

Fuente: Elaboración propia

En total se evaluaron 1872 paños, lo que equivale a 39 cuadras.

### 3.5.2 Procedimiento de la inspección

Para la inspección de los paños, se tuvo en cuenta los siguientes pasos:

- a) Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada.
- b) Graficar la unidad de muestra señalando la ubicación de losas.
- c) Registrar el tramo, número de sección, el número y tipo de unidad de muestra, el número de losas en la unidad de muestra y el tamaño de la losa.
- d) Realizar la inspección de las fallas, caminando sobre la acera o berma de la unidad de muestra, registrando todas las fallas presentes, así como sus niveles de severidad.
- e) Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

### 3.5.3 Determinación del PCI de las muestras.

Con fines de ejemplo del cálculo del PCI, se ha tomado la muestra del Jr. Bolognesi cuadra 9 con una muestra de 50 losas, 25 losas por cada carril.

#### *Etapa 01 Calculo de los valores deducidos*

La relación de fallas para concretos de concreto hidráulico han sido codificadas con números que van desde el 1 al 19, como se muestra en el formato.



**Tabla 10**  
Formato para el cálculo de PCI. (Ver tabla N°06)

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> <b>Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil</b> <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)</b>					
		<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>		<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI		9	0+000.00	Tramo 01	Celendín - Cajamarca		
<b>Evaluado por:</b>			<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>		
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.			0+101.42	50 paños	10/08/2018		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                     1.- BLOWUP - BUCKLING                      2.- GRIETA DE ESQUINA                      3.- LOSA DIVIDIDA                      4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"                      5.- ESCALA                      6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA                      7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA                      8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                      9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS                      10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)                 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">                     11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS                      12.- POPOUTS                      13.- BOMBEO                      14.- PUNZONAMIENTO                      15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                      16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO                      17.- GRIETA DE RETRACCION                      18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                      19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA                 </td> </tr> </table>						1.- BLOWUP - BUCKLING 2.- GRIETA DE ESQUINA 3.- LOSA DIVIDIDA 4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 5.- ESCALA 6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA 8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS 10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)	11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS 12.- POPOUTS 13.- BOMBEO 14.- PUNZONAMIENTO 15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 17.- GRIETA DE RETRACCION 18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA
1.- BLOWUP - BUCKLING 2.- GRIETA DE ESQUINA 3.- LOSA DIVIDIDA 4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D" 5.- ESCALA 6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA 7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA 8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales) 9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS 10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)	11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS 12.- POPOUTS 13.- BOMBEO 14.- PUNZONAMIENTO 15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA 16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO 17.- GRIETA DE RETRACCION 18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA 19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA						

Fuente: Elaboración propia

Una vez reconocidas las fallas en las losas de concreto, se han registrado como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 11**  
Registro de fallas presentes en las losas de concreto hidráulico. (Ver tabla N° 06)

(1)	(2)	(3)								(4)	(5)	(6)
Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
8	H	1	1	1	1	1	1	1	1	6.00	12.00	22.00
8	M	1	1	1						3.00	6.00	5.00
9	M	1	1							2.00	4.00	3.00
14	M	1	1	1	1	1				5.00	10.00	23.00
14	L	1	1	1	1					4.00	8.00	17.00
18	M	1	1	1	1					4.00	8.00	3.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	12.00	2.00
19	M	1	1	1	1	1	1	1	1	7.00	14.00	8.00
										<b>Tota VD=</b>		83.00

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**En la columna (1)**, se registran con el código el tipo de falla presente, teniendo en cuenta que se puede registrar más de una vez el mismo tipo de falla, pero con distinta severidad.

**En la columna (2)**, se registra la severidad de la falla encontrada en las losas de concreto hidráulico.

**En la columna (3)**, se registra la cantidad de losas con la misma falla y severidad encontradas en el tramo evaluado.

**En la columna (4)**, se coloca la sumatoria de todas las losas con la misma falla y severidad.

**En la columna (5)**, se calcula la densidad de falla, con la siguiente ecuación:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ losas con la misma falla y severidad}}{\text{N}^\circ \text{ total de losas del tramo}} * 100$$

Ejemplo: para la falla 8 (grietas lineales), con severidad H (alta), se tiene una densidad igual a:  $6 / 50 * 100 = 12\%$

**En la columna (6)**, con los valores obtenidos de densidad, se consiguen los valores deducidos de cada combinación de falla, ingresando a las curvas correspondientes a pavimento de concreto.

Ejemplo: para la falla 8H, se ingresa a la curva H, para una densidad de 12%, dando un Valor deducido de 22.

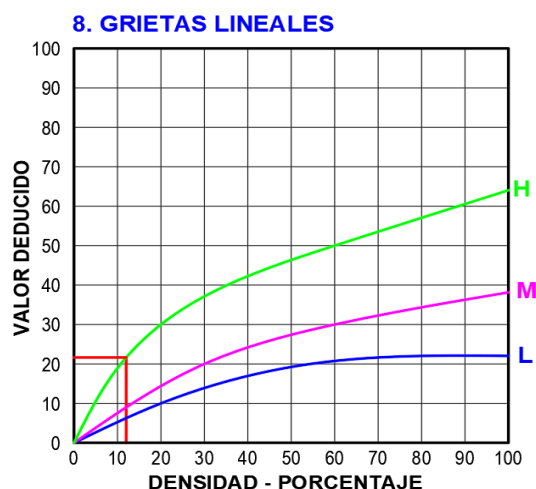


Gráfico 2 cálculo de valores deducidos (q) para falla por grietas lineales

Fuente: Tomado de (ASTM International, 2003)

Se sigue el mismo procedimiento para calcular los valores deducidos de todas las combinaciones.

**Etapa 2. Calculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)**

Luego de concluir la *etapa 1* se calculó el máximo valor deducido corregido (CDV). Dado que hay 8 DVs mayores que dos, se siguió el procedimiento siguiente:

- Primero, crear una lista de ellos en orden descendente, quedando de la siguiente manera: 23,22,17,8,5,3,3,2.
- En segundo lugar, calcular el número de deducciones permisibles, m.

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

Para el caso tenemos un  $HDV_i=23$ , resultando el número máximo de deducciones,  $m= 8.07$ , como se muestra a continuación.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 23) = 8.07$$

Como contamos solo con 8 valores mayores e iguales que 2 se utilizaran tan solo los 8. Este valor indica cuáles son las fallas que afectan más al pavimento.

**Etapa 3. Calculo del máximo valor deducido corregido CDV.**

Para el cálculo del máximo valor deducido corregido, se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 12**

Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV (Ver tabla N° 06)

N°	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
1	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	8	39
2	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	7	41
3	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		82.00	6	42
4	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	2.00	2.00	2.00		81.00	5	44
5	23.00	22.00	17.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00		78.00	4	45
6	23.00	22.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		72.00	3	46
7	23.00	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		57.00	2	43
8	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1	37

Fuente: Elaboración propia

- Determinar **q** como el número de valores deducidos mayores a 2. En este caso,  $q=8$ .
- Determinar el valor deducido total mediante la suma de los valores deducidos individuales:  $23 + 22 + 17 + 8 + 5 + 3 + 3 + 2 = 83$

- Reducir a 2 el menor valor deducido individual mayor que 2 y repetir el procedimiento hasta que **q** sea igual a 1.
- Determinar el valor de CDV a partir del valor deducido total y el valor de **q**, utilizando la curva de corrección para pavimentos de concreto.

Ejemplo: para  $q=8$ , para un total de 83, se tiene un CDV igual a 39, como se muestra a continuación:

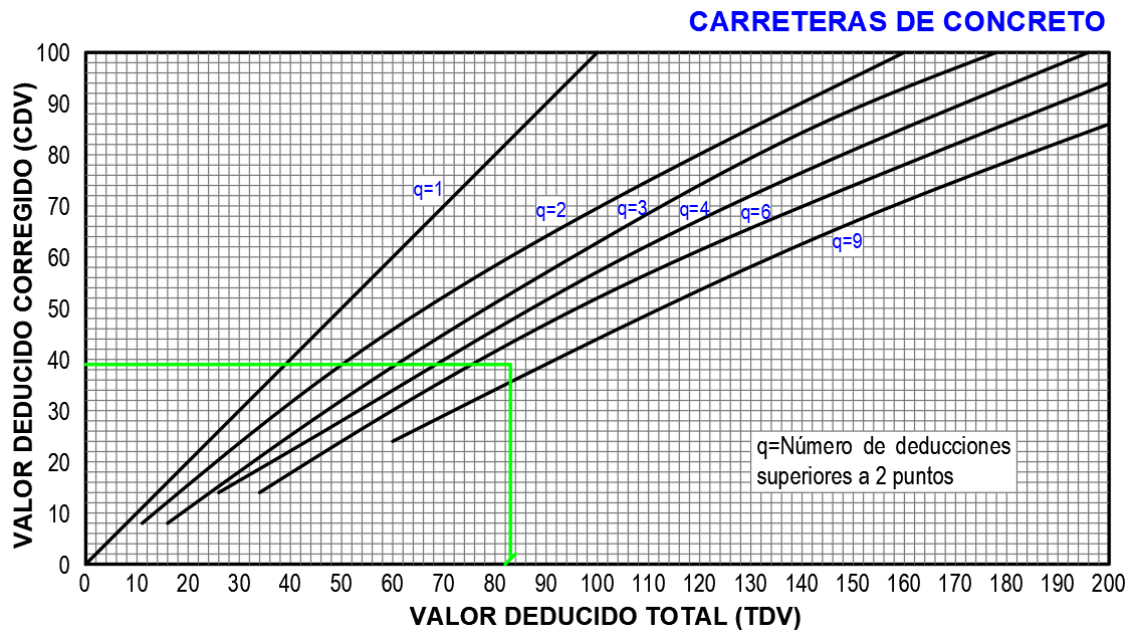


Gráfico 3 valores deducidos corregidos CDV  
Fuente: Tomado de (ASTM International, 2003)

***Etapa 4. Calculo el PCI restando de 100 el máximo CDV.***

Para calcular el PCI del tramo evaluado se tiene la siguiente ecuación:



$$PCI = 100 - MAX CDV$$

Donde para este caso el máximo valor deducido corregido es igual a 46, obteniéndose un PCI igual 54, correspondiente a **“REGULAR”**.

**3.6 Tratamiento y análisis de datos**

Se realizó el cálculo del PCI para las 39 cuadras que conforman el área de estudio, evaluándose un total de 1872 losas de concreto hidráulico, con el procedimiento del ítem 3.5 correspondiente a Procedimiento, para lo cual se tuvo en cuenta la utilización del siguiente formato:

**Tabla 13**  
Formato para cálculo del PCI

		<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA</b> Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil <b>EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)</b>										
<b>Nombre de la vía:</b>		<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>		<b>Tramo y Unidad:</b>				<b>Ubicación:</b>			
Jr. BOLOGNESI		9	0+000.00		Tramo 01				Celendín - Cajamarca			
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>		<b>Área de muestra:</b>				<b>Fecha:</b>				
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+101.42		50 paños				10/08/2018				
<p>1.- BLOWUP - BUCKLING                      2.- GRIETA DE ESQUINA                      3.- LOSA DIVIDIDA                      4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"                      5.- ESCALA                      6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA                      7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA                      8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)                      9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS                      10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</p> <p>11.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS                      12.- POPOUTS                      13.- BOMBEO                      14.- PUNZONAMIENTO                      15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA                      16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO                      17.- GRIETA DE RETRACCION                      18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA                      19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</p>												
Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
8	H	1	1	1	1	1	1	1	1	6.00	12.00	22.00
8	M	1	1	1						3.00	6.00	5.00
9	M	1	1							2.00	4.00	3.00
14	M	1	1	1	1	1				5.00	10.00	23.00
14	L	1	1	1	1					4.00	8.00	17.00
18	M	1	1	1	1					4.00	8.00	3.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	12.00	2.00
19	M	1	1	1	1	1	1	1		7.00	14.00	8.00
										<b>Tota VD=</b>		83.00
<p>Valor deducido más alto (HDVi) : 23.00      <math>m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)</math>                      m: 8.07</p>												
CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)												
Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
1	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	8	39
2	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	7	41
3	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		82.00	6	42
4	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	2.00	2.00	2.00		81.00	5	44
5	23.00	22.00	17.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00		78.00	4	45
6	23.00	22.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		72.00	3	46
7	23.00	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		57.00	2	43
8	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1	37
9												

MÁXIMO CVD = 46

PCI = 100 - MAX. CVD 54

CLASIFICACIÓN = Regular

Fuente: Elaboración propia

### 3.7 Presentación de resultados

Los resultados obtenidos de la condición del pavimento se encuentran en la siguiente tabla:

**Tabla 14**  
Valor de PCI por cuadra.

Condición Del Tramo			
Tramo	Cuadra	Condición	PCI
Jr. Bolognesi	8	Regular	54
Jr. Bolognesi	9	Bueno	59
Jr. Bolognesi	10	Bueno	65
Jr. Bolognesi	11	Regular	54
Jr. Bolognesi	12	Regular	55
Jr. Salaverry	6	Bueno	70
Jr. Salaverry	7	Regular	54
Jr. Salaverry	8	Bueno	70
Jr. Salaverry	9	Muy Bueno	74
Jr. Salaverry	10	Muy Bueno	73
Jr. Arequipa	7	Bueno	69
Jr. Arequipa	8	Bueno	57
Jr. Arequipa	9	Muy Bueno	74
Jr. Arequipa	10	Regular	54
Jr. Arequipa	11	Bueno	69
Jr. Marcelino Gonzales	7	Bueno	60
Jr. Marcelino Gonzales	8	Bueno	66
Jr. Marcelino Gonzales	9	Muy Bueno	77
Jr. Marcelino Gonzales	10	Bueno	69
Jr. Marcelino Gonzales	11	Bueno	56
Jr. Pedro Ortiz Montoya	2	Bueno	57
Jr. Pedro Ortiz Montoya	3	Muy Bueno	74
Jr. Pedro Ortiz Montoya	4	Bueno	69
Jr. Pedro Ortiz Montoya	5	Bueno	63
Jr. Túpac Amaru	1	Bueno	57
Jr. Túpac Amaru	2	Regular	50
Jr. Túpac Amaru	3	Muy Bueno	72
Jr. Túpac Amaru	4	Muy Bueno	72
Jr. 30 De Setiembre	2	Bueno	57
Jr. 30 De Setiembre	3	Regular	54
Jr. 30 De Setiembre	4	Bueno	64
Jr. José Carlos Mariátegui	1	Malo	39
Jr. José Carlos Mariátegui	2	Regular	52
Jr. José Carlos Mariátegui	3	Bueno	60
Jr. José Carlos Mariátegui	4	Bueno	56
Jr. Javier Heraud	3	Malo	35
Jr. Javier Heraud	4	Regular	49
Jr. Javier Heraud	5	Bueno	56
Jr. Javier Heraud	6	Bueno	64

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se observa que la condición más frecuente es la condición **BUENA**, con una frecuencia de 21 tramos, seguido de la condición regular y muy buena con una frecuencia de 9 y 7 respectivamente.

En el siguiente cuadro se muestra el resumen de las condiciones más frecuentes en las que se encuentran las calles del sector sur de la ciudad de Celendín:

**Tabla 15**

Promedio de los valores del PCI por condición.

RESUMEN DE ESTADO DE CALLES		PCI PROM.
<b>Excelente</b>	0	0.00
<b>Muy Bueno</b>	7	73.71
Bueno	<b>21</b>	<b>62.52</b>
<b>Regular</b>	9	52.89
<b>Malo</b>	2	37.00
<b>Muy Malo</b>	0	0.00
<b>Fallado</b>	0	0.00
	<b>Promedio total=</b>	<b>56.53</b>

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico podemos observar que la condición más frecuente es la buena, con un 21 tramo de un total de 39.



Gráfico 4 Resumen del estado de las calles del sector sur de la ciudad del Celendín

Fuente: Elaboración propia

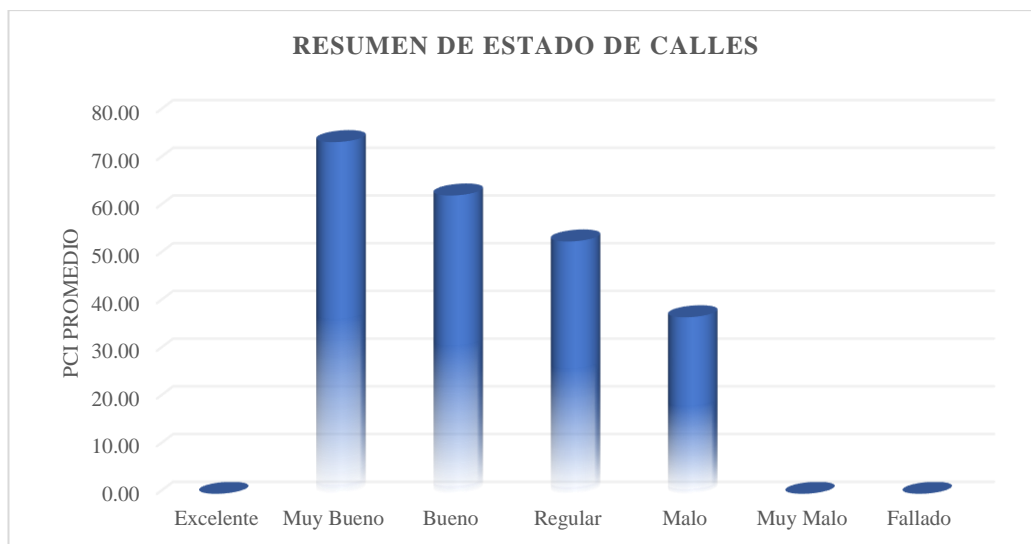


Gráfico 5 PCI promedios para las diferentes condiciones.

Fuente: Elaboración propia

Así mismo se puede observar el valor del PCI promedio para condición muy buena es de 73.71, para la condición Buena es de 62.52, para la condición regular es de 52.89 y para la condición mala es de 37.

En lo que se refiere a las fallas más frecuentes, presentamos la siguiente tabla y gráfica, en la que podemos observar el desarrollo de las diferentes fallas en pavimentos de concreto hidráulico.

**Tabla 16**  
Relación de fallas encontradas en el estudio

FALLAS MAS COMUNES		
TIPO DE FALLA	TOTAL	%
1.- BLOWUP - BUCKLING	-	-
2.- GRIETA DE ESQUINA	83	6.96
3.- LOSA DIVIDIDA	155	12.99
4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"	-	-
5.- ESCALA	-	-
6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA	36	3.02
7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA	-	-
8.- GRIETAS LINEALES	177	14.84
9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2)	178	14.92
10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)	49	4.11
11.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS	110	9.22
12.- POPOUTS	-	-
13.- BOMBEO	-	-
14.- PUNZONAMIENTO	113	9.47
15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA	-	-
16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO	86	7.21
17.- GRIETA DE RETRACCION	-	0.00
18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA	132	11.06
19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA	74	6.20

Fuente: Elaboración propia



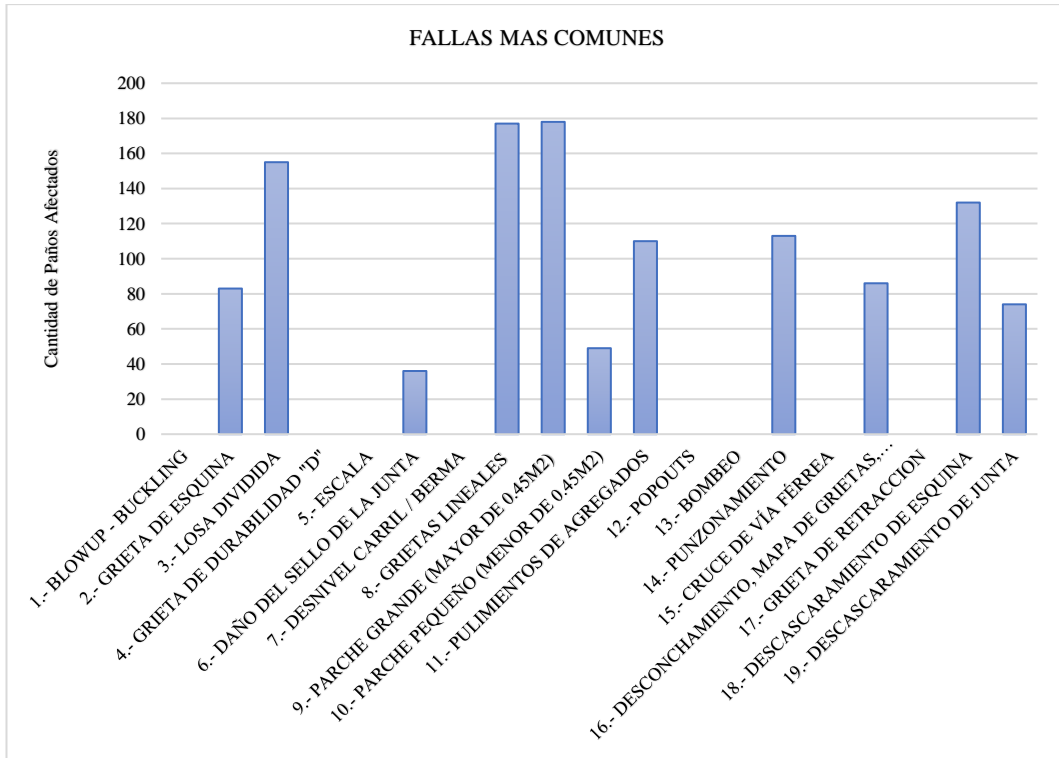


Gráfico 6 Fallas encontradas en el área de estudio

Fuente: Elaboración propia

De la tabla y gráfica anterior podemos apreciar que la falla más frecuente en el ámbito de estudio son las grietas lineales con 177 losas y parches grandes 178 losas afectadas por estas fallas, seguidos de losas divididas con 155 y descascaramiento de esquina con 132 losas afectadas por estas fallas.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Discusión de Resultados.

Teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, a continuación, se discutirá los resultados de la misma.

Por lo general, el nivel de pavimento es BUENO, por lo que no necesita una intervención total a corto plazo, sin embargo, se tendría que tener en cuenta las losas afectadas para una reparación para evitar problemas con la funcionalidad de las calles.

Las fallas encontradas en el área de estudio son: grieta de esquina, losa dividida, daños del sello de junta, grietas lineales, parche grande, parche pequeño, pulimiento de agregados, punzonamiento, desconchamiento, mapa de grietas, craquelado, descascamiento de junta. de las cuales se puede tomar mayor énfasis en cuatro fallas, por ser las más frecuentes como grietas lineales, parches grandes, losas divididas y descascamiento de esquina.

La metodología PCI nos indica que para cada tipo de falla viene dado por ciertas características:

**Grietas lineales.** Es provocada por la acción combinada de algunos de los siguientes mecanismos:

- Repetición de cargas pesadas (fatiga) en pavimentos infra diseños;
- Pérdida de soporte de la fundación;
- Gradientes de tensiones por cambio de temperatura y humedad;
- Inadecuada ejecución de la junta longitudinal;
- Ausencia de la junta longitudinal o losas con una relación ancho/longitud excesiva.

La posible solución sería realizar un parcheo profundo y si el tramo lo exige el reemplazo de la losa.

**Parches grandes.** es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Las posibles causas del deterioro es que existente insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.

También la retracción de fraguado del hormigón del parche que lo despega del hormigón antiguo puede causar el deterioro de estos.

La mejor solución para esta falla es el cambio total del parche por uno nuevo.

**Losas divididas.** Las posibles causas para esta falla son:

- Las excesivas repeticiones de cargas pesadas (fatiga);
- Deciente apoyo de las losas;
- Asentamientos de la fundación (a veces en forma de arco y acompañada de hundimiento);
- Excesiva relación longitud/ancho de la losa, o deficiencias en la ejecución de las juntas (grietas activas localizadas al centro de las losas o distribuidas regularmente a lo largo del pavimento);
- Variaciones significativas en el espesor de las losas

La mejor solución para esta falla es el cambio total de la losa.

**Descascaramiento de esquina.** Las posibles causas son:

- La acción del bombeo a través de bordes y juntas, que debilita y erosiona en apoyo de la fundación;
- Deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece se produzcan altas deflexiones de esquina;
- Pavimentos muy estrechos que favorecen la concentración de las repeticiones de las cargas muy próximas al borde;
- Albeo de las losas por variaciones térmicas o de contenido de humedad.

La solución para esta falla sería el parcheo parcial.

#### **4.2 Propuesta de Intervención**

Para las grietas lineales (14.84%), de severidad baja y media se debe de aplicar un sellado superficial y sellado de grietas de acuerdo a lo establecido en el manual de conservación de carreteras del MTC.

Para los parches grande (14.92%), de severidad baja y media se debe realizar el remplazo de todo el parche, para conservar la integridad de la losa de concreto y el confort de los conductores.

Para la losa dividida (12.99%), de severidad baja y media se debe de realizar una reparación parcial en las losas, mientras que para los de severidad alta se re deberá de remover y cambiar toda la losa.

Para el descascaramiento de esquina (11.06%) para severidad media y alta se deberá de realizar un parcheado de las dimensiones necesarias para reparar el daño producido por esta anomalía.

#### **4.3 Contrastación de la Hipótesis**

La evaluación del estado de conservación del pavimento de las calles del sector sur de la provincia de Celendín utilizando el método PCI, es un pavimento clasificado como **BUENO**, que contrastando la hipótesis planteada resulto ser diferente, no verificándose la hipótesis establecida inicialmente, resultando la **HIPÓTESIS NULA**.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Se realizó la evaluación del estado de conservación del pavimento de las calles del sector sur de la Provincia de Celendín utilizando el método PCI, teniendo como resultado un PCI promedio de 56.53, clasificando el pavimento como **Bueno**. El inventariado de fallas indica que un total de 21 calles se encuentra en estado **Bueno** con un PCI promedio de 62.52, 9 calles se encuentran en estado **Regular** con un PCI promedio de 52.89, 7 calles se encuentran en condición **Muy Bueno** con un PCI promedio de 73.71 y solo dos calles se encuentran en estado **Malo**, con un PCI promedio de 37.
- Las fallas más comunes encontradas en el sector sur de la Ciudad de Celendín son las grietas lineales con el 14.84%, parches grandes con el 14.92%, losas divididas con el 12.99% y descascara miento de esquina con el 11.06%.
- Las severidades de las fallas en su mayoría son de media y baja severidad, y en los casos de severidad alta son muy puntuales por lo que no se puede generalizar.
- En la solución para las fallas encontradas, se propone las actividades rutinarias de sellado de fisuras y grietas en calzada, reparación de losas de calzada en espesor parcial, resellado de juntas en calzada y reparación de losas de calzada en espesor total, siendo las más frecuentes las tres primeras.

### 5.2 Recomendaciones

- Al obtener como resultado un índice de condición de pavimento bueno, se recomienda realizar un mantenimiento rutinario en el área de estudio, para que de esa manera el pavimento cumpla con su vida útil o de diseño.
- Realizar un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, para así controlar la severidad de las losas de concreto.
- Se recomienda reparar las losas de concreto que con las soluciones planteadas para evitar el continuo deterioro del pavimento del sector sur de la ciudad de Celendín.

## Bibliografía




- ASTM International. (2003). *D 6433 – 03 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Washington, DC: ASTM International.
- Cantuarias, L.A.; Watanabe, J.R. (2017). *Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización la Rinconada del Distrito de Trujillo*. Trujillo - Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Cruz, C.; Palacios, EE. (2012). *Implementación de un Modelo de Gestión Vial en Algunos Tramos de Vía para el Mantenimiento y Recuperación de la Malla Vial en Casco Urbano del Municipio de la Estrella*. Medellín - Colombia: Universidad de Medellín.
- Cruz, J. (2018). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento con Imágenes del Vehículo Aéreo no Tripulado*. Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Díaz, J. (2014). *Evaluación de la Metodología PCI como Herramienta para la Toma de Decisiones en las Intervenciones a Realizar en los Pavimentos Flexibles*. Bogota - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Leguía, P.B.; Pacheco, H.F. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. Lima - Perú: Universidad San Martín de Porres.
- Marruco, C. (2014). *Evaluación de la Metodología Vizir Como Herramienta para la Toma de Decisiones en las Intervenciones a Realizar en los Pavimentos Flexibles*. Bogotá - Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Mondragón, J. (2018). *Evaluación del Índice de Condición del Pavimento Rígido en la Calle Mariscal Ureta Cuadras 12, 13, Y 14 De La Ciudad de Jaen- Cajamarca*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- MTC. (2006). *Manual técnico de mantenimiento rutinario para la red vial departamental no pavimentada*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (2018). *Manual de Carreteras Conservación Vial*. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

- Raico, R. (2019). *Determinación del Índice de Condición del Pavimento Rígido en el Jirón Colonial de la Ciudad de Cajamarca*. Cajamarca -Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Robles, R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima*. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Rodríguez, E. (2009). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento Flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla*. Piura - Perú: Universidad de Piura.
- Sierra, C.C.; Rivas, A.F. (2016). *Aplicación y Comparación de las Diferentes Metodologías de Diagnostico para la Conservación y Mantenimiento del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 de la Vía al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) en la Upz Yomasa*. Bogotá - Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Vasquez, A. (2018). *Evaluación del Estado de Conservación de las Calles del Sector Santa Rosa de la Ciudad de Bambamarca Utilizando el Método de Índice de Conservación del Pavimento (PCI)*. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Vásquez, L. (202). *Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. Manizales - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

# *Anexos*



## PANEL FOTOGRÁFICO

	<p><b>Fotografía 01.</b></p> <p><i>Losa dividida de alta severidad.</i></p>
	<p><b>Fotografía 02.</b></p> <p><i>Grieta de esquina de alta severidad.</i></p>
	<p><b>Fotografía 03.</b></p> <p><i>Pulimiento de agregados, división de losas.</i></p>



**Fotografía 04.**  
*Punzonamiento de alta  
severidad.*



**Fotografía 05.**  
*Losa dividida de  
severidad media.*



**Fotografía 06.**  
*Losa dividida de alta  
severidad.*



**Fotografía 07.**

*Descascaramiento de junta de severidad media.*



**Fotografía 08.**

*Desconchamiento de baja severidad.*

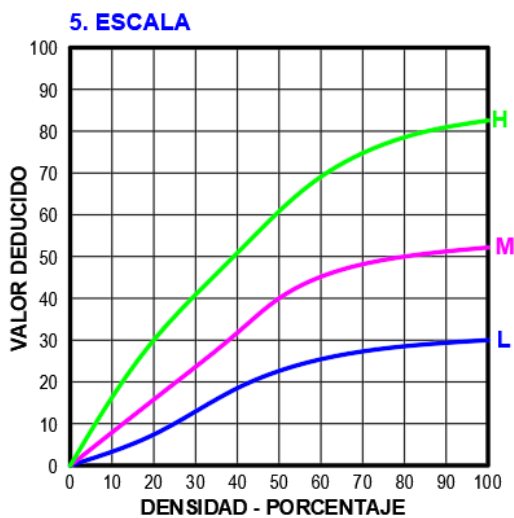
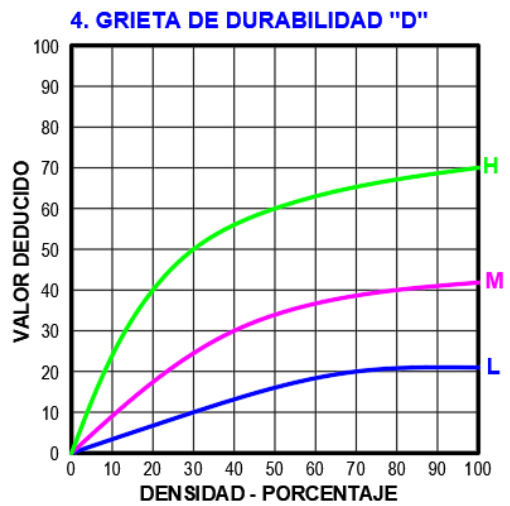
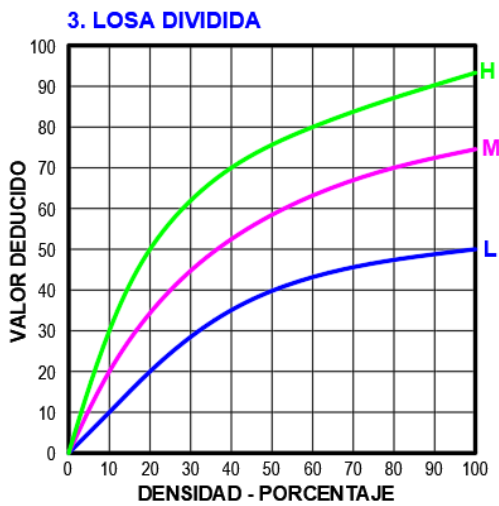
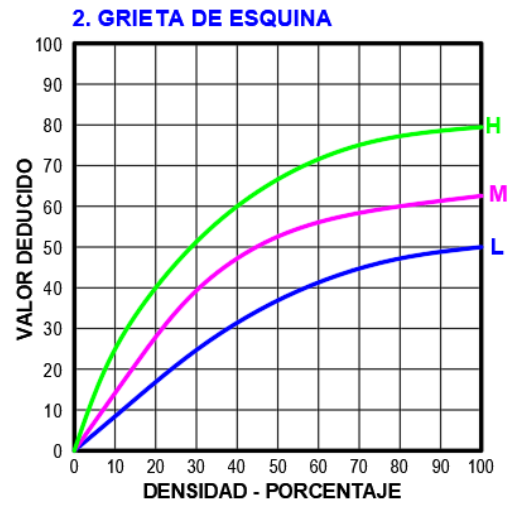
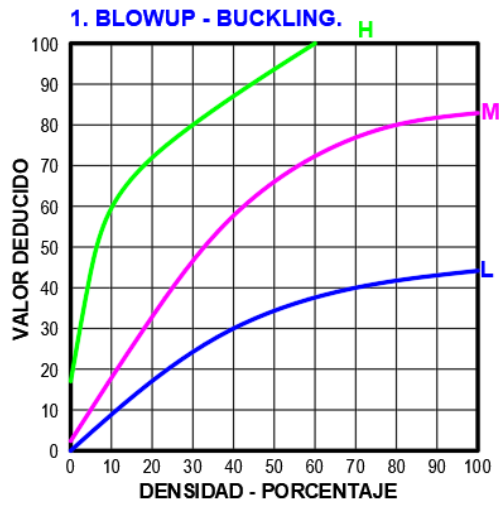


**Fotografía 09.**

*Parche grande de baja severidad.*

	<p><b>Fotografía 10.</b>  <i>Punzonamiento de alta severidad.</i></p>
	<p><b>Fotografía 11.</b>  <i>Pulimiento de agregados.</i></p>
	<p><b>Fotografía 12.</b>  <i>Parque grande de media severidad.</i></p>

## CURVAS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO

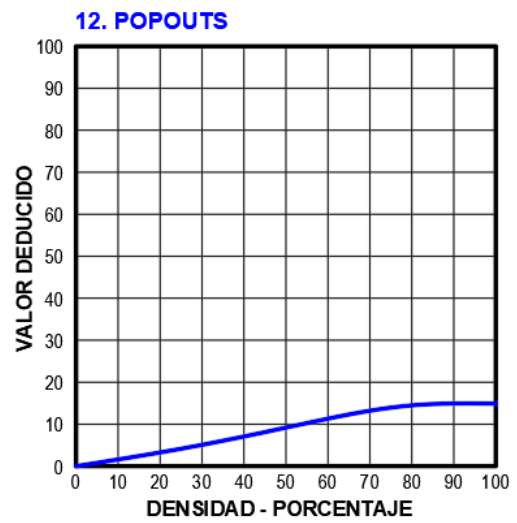
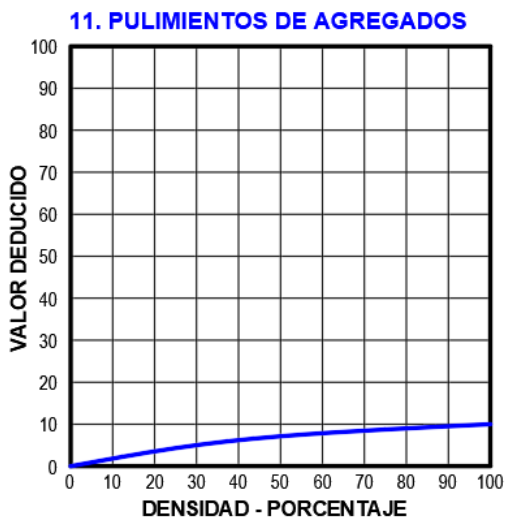
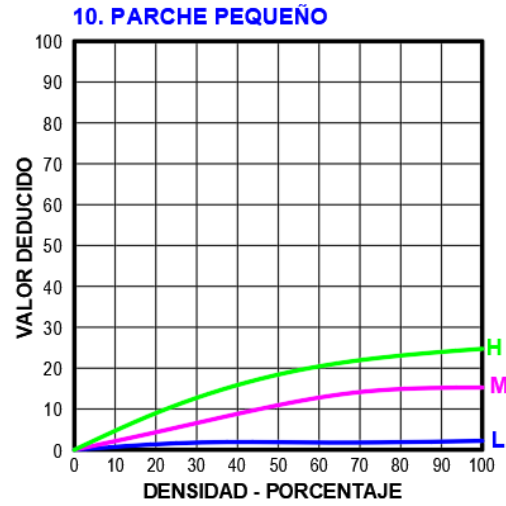
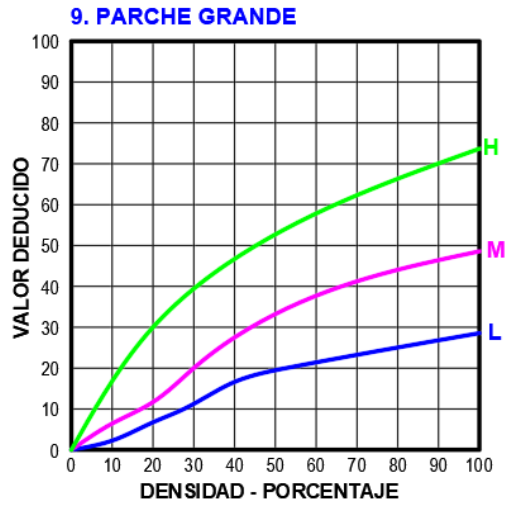
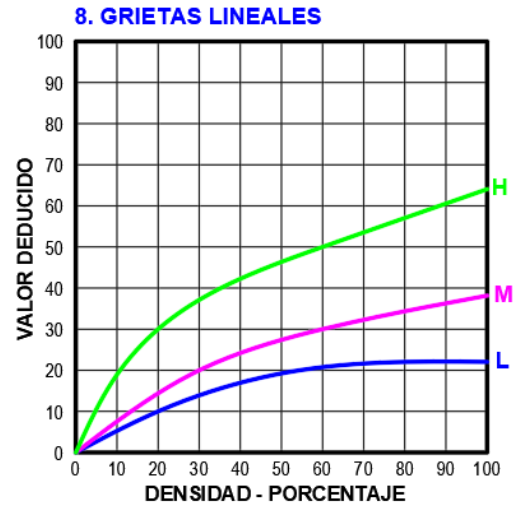
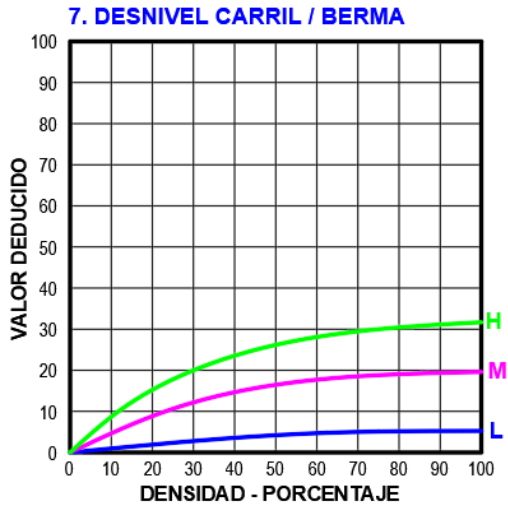


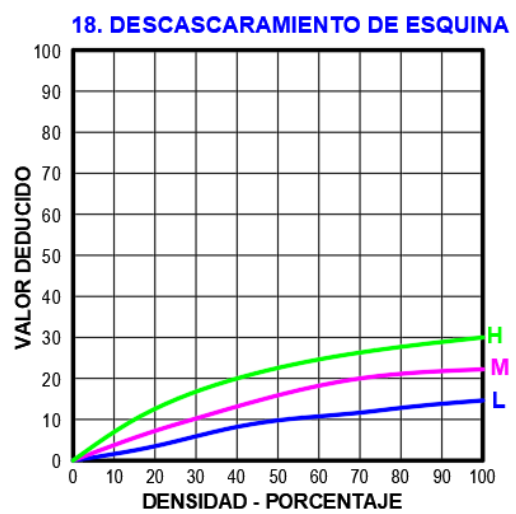
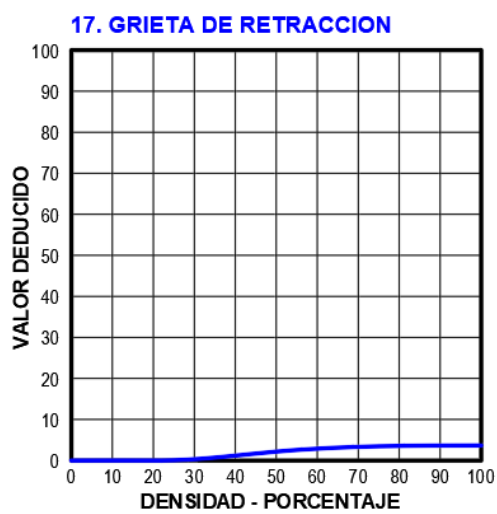
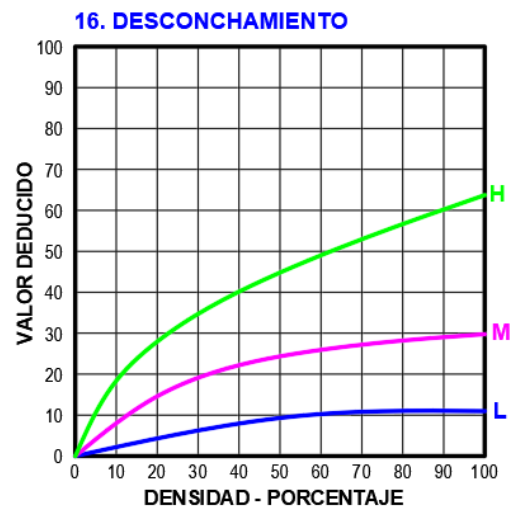
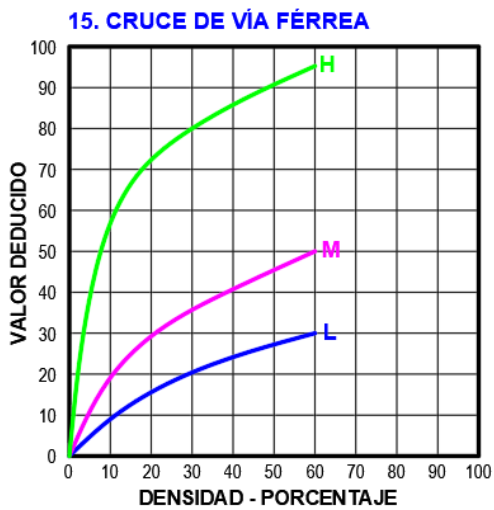
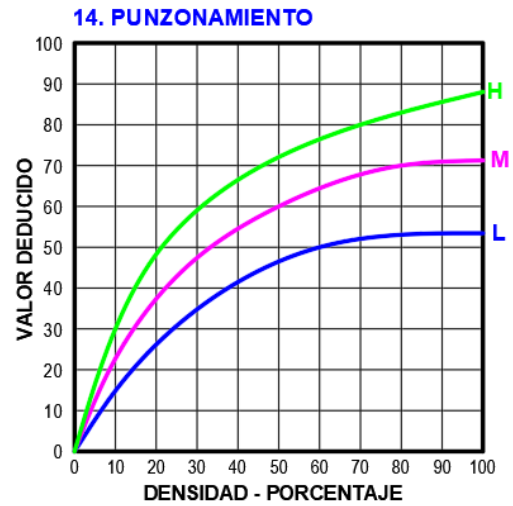
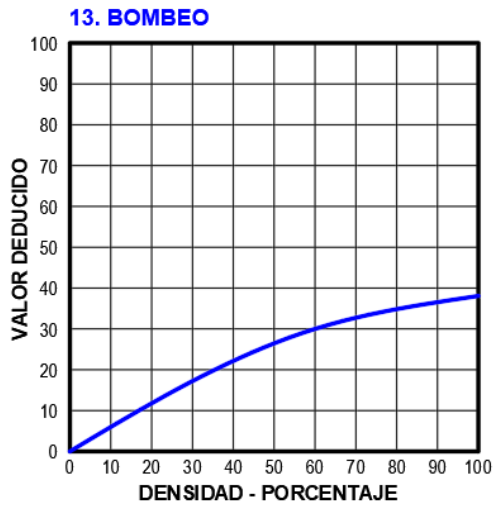
**6. DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA**

El daño del sello de la junta no está clasificado por densidad. La gravedad de la angustia está determinada por la condición general del sellador para una unidad de muestra particular.

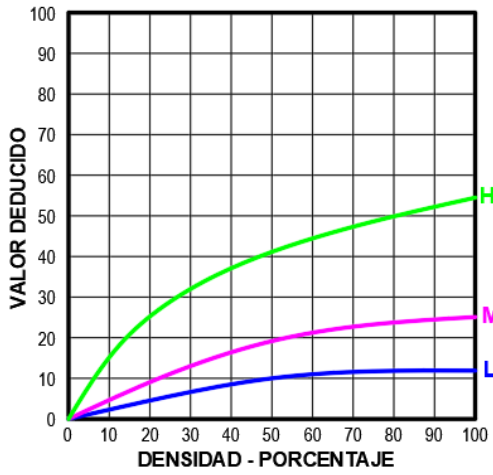
Los valores deducidos para los tres niveles de gravedad son:

- BAJO        2 puntos
- MEDIO     4 puntos
- ALTO       8 puntos

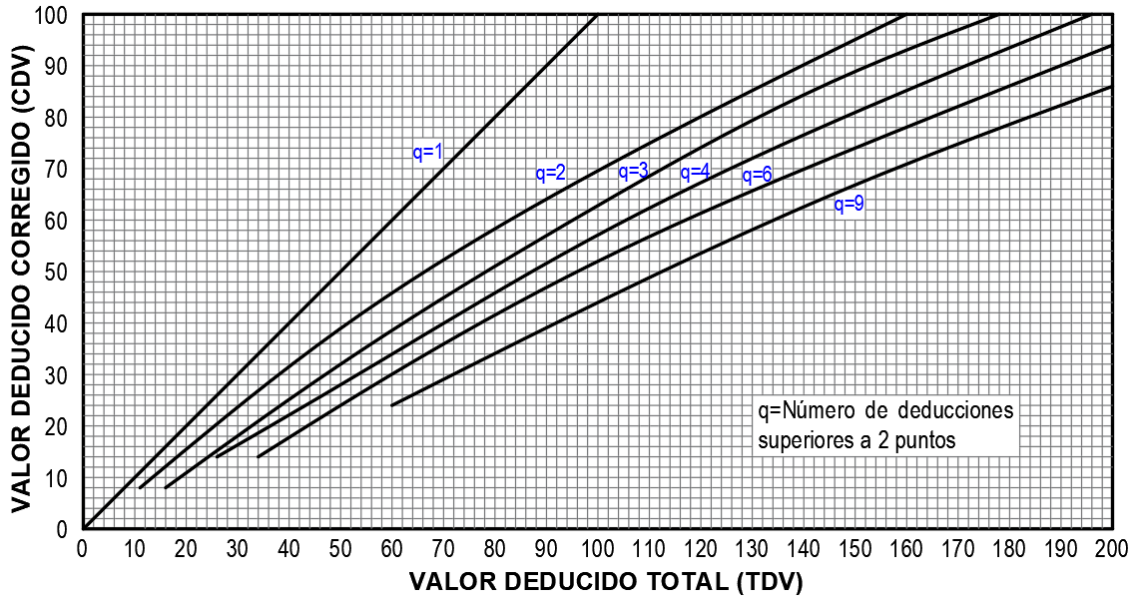




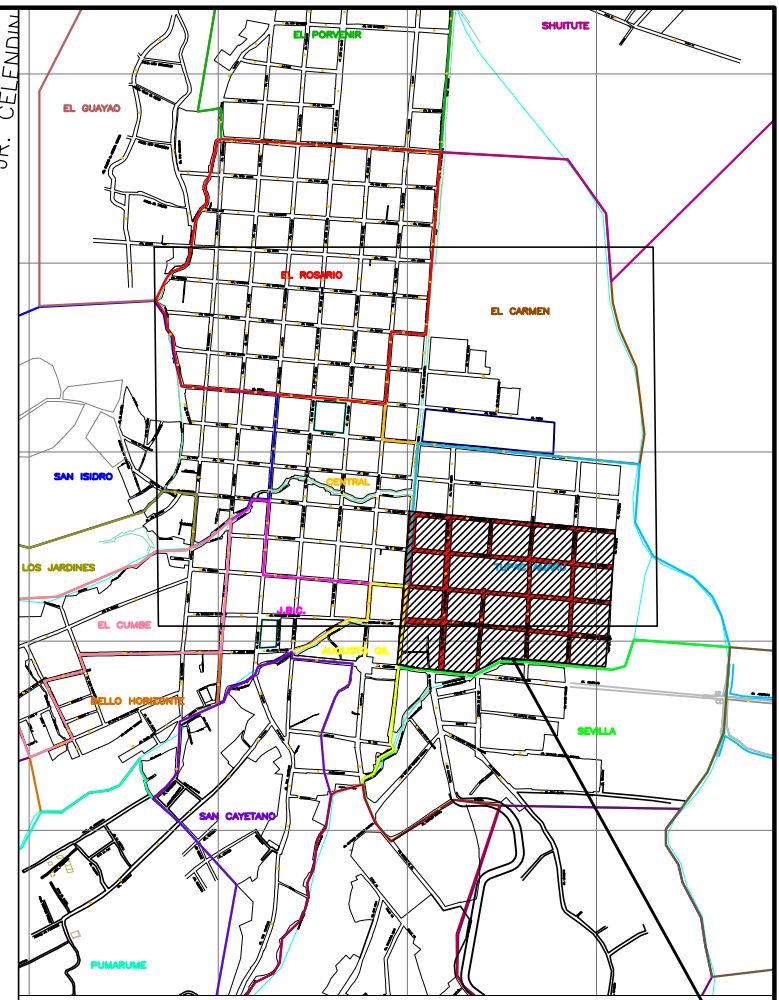
**19. DESCASCARAMIENTO DE JUNTA**



**CARRETERAS DE CONCRETO**







LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO  
ESCALA 1/20 000

### LEYENDA

	CALLES EN ESTUDIO
	NÚMERO DE CUADRA
	LÍMITE DE MANZANA
	FRANJA DE QUEBRADA

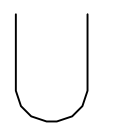
### UBICACION DEL ESTUDIO ESCALA 1/2 000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Facultad de Ingeniería  
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

PLANO: UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN	PLANO
TESISTA: TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.	
CIUDAD: CELENDÍN	

PROYECTO: EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RIGIDO DE LAS CALLES DEL SECTOR SUR DE LA PROVINCIA DE CELENDIN UTILIZANDO EL MÉTODO DE INDICE DE CONSERVACION DEL PAVIMENTO PCI





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI	8	0+000	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+079.92	40 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
2	H	1	1	1						3.00	7.50	20.00
2	M	1	1	1	1					4.00	10.00	15.00
2	L	1	1	1	1					4.00	10.00	8.00
6	H	1	1	1	1					4.00	10.00	15.00
6	M	1	1	1	1					4.00	10.00	9.00
8	H	1	1	1						3.00	7.50	13.00
8	M	1	1	1	1					4.00	10.00	9.00
10	H	1	1	1	1					4.00	10.00	5.00
10	M	1	1	1	1	1	1			6.00	15.00	2.00

**Tota VD=** 96.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 20.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.35

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00	5.00	2.00			
1	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00	5.00	2.00	96.00	9	43
2	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00	5.00	2.00	96.00	8	45
3	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00	2.00	2.00	93.00	7	46
4	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	2.00	2.00	2.00	87.00	6	45
5	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	2.00	2.00	2.00	2.00	80.00	5	43
6	20.00	15.00	15.00	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	73.00	4	42
7	20.00	15.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	62.00	3	40
8	20.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	49.00	2	37
9	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.00	1	36

**MÁXIMO CVD =** 46

**PCI = 100 - MAX. CVD** 54

**CLASIFICACIÓN =** Regular



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI	9	0+000.00	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+101.42	50 paños	10/08/2018

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMIENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|--|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
8	H	1	1	1	1	1	1			6.00	12.00	22.00
8	M	1	1	1						3.00	6.00	5.00
9	M	1	1							2.00	4.00	3.00
14	M	1	1	1	1	1				5.00	10.00	23.00
14	L	1	1	1	1					4.00	8.00	17.00
18	M	1	1	1	1					4.00	8.00	3.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	12.00	2.00
19	M	1	1	1	1	1	1	1	1	7.00	14.00	8.00
											<b>Tota VD=</b>	83.00

Valor deducido más alto (HDVi) : 23.00  
 m: 8.07

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

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00				
1	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	8	39
2	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	3.00	2.00		83.00	7	41
3	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		82.00	6	42
4	23.00	22.00	17.00	8.00	5.00	2.00	2.00	2.00		81.00	5	44
5	23.00	22.00	17.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00		78.00	4	45
6	23.00	22.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		72.00	3	46
7	23.00	22.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		57.00	2	43
8	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1	37
9												

MÁXIMO CVD = 46

PCI = 100 - MAX. CVD 54

CLASIFICACIÓN = Regular



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI	10	0+000.00	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+102.75	50 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1							
3	M	1	1	1	1					4.00	8.00	17.00
3	L	1	1	1						3.00	6.00	7.00
8	H	1	1	1	1					4.00	8.00	15.00
8	M	1	1	1						3.00	6.00	6.00
8	L	1	1	1	1	1				5.00	10.00	6.00
10	M	1	1	1	1					4.00	8.00	2.00
10	L	1	1	1	1	1	1			6.00	12.00	1.00
18	M	1	1	1	1					4.00	8.00	2.00
18	L	1	1	1	1					4.00	8.00	1.00

**Tota VD=** 57.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 17.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.62

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV
	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00			
1	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	1.00	1.00	57.00	9	24	
2	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	1.00	2.00	58.00	8	26	
3	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.00	7	28	
4	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.00	6	29	
5	17.00	15.00	7.00	6.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	59.00	5	31	
6	17.00	15.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	55.00	4	31	
7	17.00	15.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	51.00	3	33	
8	17.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.00	2	35	
9	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.00	1	33	

MÁXIMO CVD = 35

PCI = 100 - MAX. CVD 65

CLASIFICACIÓN = Buena



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI	11	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+105.23	54 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	M	1	1	1	1	1	1			6.00	11.11	23.00
3	L	1	1	1	1	1	1	1	1	8.00	14.81	25.00
8	M	1	1	1	1					4.00	7.41	7.00
8	L	1	1	1	1	1				5.00	9.26	6.00
10	M	1	1	1	1					4.00	7.41	3.00
10	L	1	1							2.00	3.70	1.00
14	L	1	1	1						3.00	5.56	10.00
18	M	1	1	1	1	1				5.00	9.26	3.00
18	L	1	1	1						3.00	5.56	1.00

**Tota VD=** 79.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 25.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.89

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	3.00	3.00	1.00	1.00			
1	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	3.00	3.00	1.00	1.00	79.00	9	35
2	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	3.00	3.00	1.00	2.00	80.00	8	37
3	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	3.00	3.00	2.00	2.00	81.00	7	40
4	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	80.00	6	41
5	25.00	23.00	10.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	79.00	5	43
6	25.00	23.00	10.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	75.00	4	43
7	25.00	23.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	70.00	3	45
8	25.00	23.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	62.00	2	46
9	25.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	41.00	1	41

**MÁXIMO CVD =** 46

**PCI = 100 - MAX. CVD** 54

**CLASIFICACIÓN =** Regular



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. BOLOGNESI	12	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+103.51	52 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
9	H	1	1	1	1	1				5.00	9.62	17.00
9	M	1	1	1	1					4.00	7.69	4.00
9	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	3.00
11	H	1	1	1	1	1	1	1		7.00	13.46	3.00
11	M	1	1	1	1					4.00	7.69	0.00
14	M	1	1	1	1	1	1	1		7.00	13.46	30.00
14	L	1	1	1	1	1				5.00	9.62	13.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	1.00
19	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	2.00

**Tota VD=** 73.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 30.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.43

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

N°	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00				
1	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00		73.00	9	32
2	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00		73.00	8	34
3	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00		74.00	7	36
4	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00		74.00	6	38
5	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00		73.00	5	39
6	30.00	17.00	13.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00		72.00	4	42
7	30.00	17.00	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		70.00	3	45
8	30.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		59.00	2	44
9	30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		44.00	1	44

**MÁXIMO CVD = 45**

**PCI = 100 - MAX. CVD 55**

**CLASIFICACIÓN = Regular**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. SALAVERRY	6	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+082.60	42 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad							Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1								
2	H	1	1						2.00	4.76	14.00
2	M	1	1	1					3.00	7.14	8.00
3	M	1	1						2.00	4.76	10.00
9	M	1	1	1	1	1			5.00	11.90	6.00
9	L	1	1	1	1				4.00	9.52	2.00
16	L	1	1	1					3.00	7.14	2.00
18	M	1	1	1	1	1			5.00	11.90	3.00
18	L	1	1	1	1	1			5.00	11.90	1.00
19	M	1	1	1	1	1	1		6.00	14.29	7.00

**Tota VD=** 53.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 14.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.90

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	1.00			
1	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	1.00	53.00	9	22
2	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	54.00	8	24
3	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	54.00	7	25
4	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	54.00	6	27
5	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	53.00	5	28
6	14.00	10.00	8.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	49.00	4	28
7	14.00	10.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.00	3	28
8	14.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.00	2	29
9	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	30.00	1	30

MÁXIMO CVD = 30

PCI = 100 - MAX. CVD 70

CLASIFICACIÓN = Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. SALAVERRY	7	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+099.57	50 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
2	H	1	1	1	1	1	1	1	1	6.00	12.00	30.00
2	M	1	1	1						3.00	6.00	10.00
3	M	1	1							2.00	4.00	10.00
3	L	1	1	1	1	1				5.00	10.00	10.00
8	M	1	1							2.00	4.00	4.00
10	H	1	1	1	1					4.00	8.00	4.00
10	M	1	1	1						3.00	6.00	2.00
10	L	1	1	1	1					4.00	8.00	1.00
11	H	1	1	1						3.00	6.00	1.00

**Tota VD=** 72.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 30.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.43

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV
	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	1.00	1.00			
1	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	1.00	1.00	72.00	9	31
2	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	1.00	2.00	73.00	8	34
3	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	74.00	7	36
4	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	74.00	6	38
5	30.00	10.00	10.00	10.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	72.00	5	39
6	30.00	10.00	10.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	70.00	4	40
7	30.00	10.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	62.00	3	40
8	30.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	54.00	2	41
9	30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.00	1	46

**MÁXIMO CVD =** 46

**PCI = 100 - MAX. CVD** 54

**CLASIFICACIÓN =** Regular







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. SALAVERRY	9	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+108.25	54 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
8	H	1	1							2.00	3.70	10.00
8	M	1	1	1	1					4.00	7.41	6.00
11	M	1	1							2.00	3.70	1.00
11	L	1	1	1						3.00	5.56	0.00
14	M	1	1	1	1					4.00	7.41	14.00
14	L	1	1							2.00	3.70	7.00
16	H	1								1.00	1.85	3.00
16	M	1	1							2.00	3.70	1.00
											<b>Tota VD=</b>	42.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :**    14.00                       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:**    8.90

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

N°	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	14.00	10.00	7.00	6.00	3.00	1.00	1.00				
1	14.00	10.00	7.00	6.00	3.00	1.00	1.00		42.00	8	17
2	14.00	10.00	7.00	6.00	3.00	1.00	1.00		42.00	7	18
3	14.00	10.00	7.00	6.00	3.00	1.00	2.00		43.00	6	20
4	14.00	10.00	7.00	6.00	3.00	2.00	2.00		44.00	5	22
5	14.00	10.00	7.00	6.00	2.00	2.00	2.00		43.00	4	24
6	14.00	10.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		39.00	3	24
7	14.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		34.00	2	26
8	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		26.00	1	26
9											

MÁXIMO CVD = 26

PCI = 100 - MAX. CVD    74

CLASIFICACIÓN = Muy Bueno





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. AREQUIPA	7	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+89.32	46 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	M	1	1	1	1					4.00	8.70	15.00
3	L	1	1	1	1	1				5.00	10.87	11.00
8	M	1	1							2.00	4.35	5.00
8	L	1	1	1						3.00	6.52	4.00
11	H	1	1							2.00	4.35	1.00
16	M	1	1	1						3.00	6.52	7.00
16	L	1	1	1	1					4.00	8.70	2.00
18	M	1	1	1	1	1				5.00	10.87	2.00
19	M	1	1							2.00	4.35	2.00

**Tota VD=** 49.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 15.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.81

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV	
	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00				
1	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	49.00	9	20
2	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	8	22
3	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	7	23
4	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	6	24
5	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	5	26
6	15.00	11.00	7.00	5.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.00	4	27
7	15.00	11.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	45.00	3	29
8	15.00	11.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	40.00	2	31
9	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.00	1	31

MÁXIMO CVD = 31

PCI = 100 - MAX. CVD 69

CLASIFICACIÓN = Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. AREQUIPA	8	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+91.18	54 paños	10/08/2018

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCASCAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|--|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	2	3	4	5	6	7	8			
3	H	1								1.00	1.85	10.00
3	M	1	1							2.00	3.70	17.00
6	H	1	1							2.00	3.70	8.00
9	H	1	1	1	1	1				5.00	9.26	31.00
9	M	1	1	1	1					4.00	7.41	10.00
9	L	1	1	1						3.00	5.56	3.00
11	H	1	1	1	1	1	1	1		7.00	12.96	3.00

**Tota VD=** 82.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 31.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.34

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	31.00	17.00	10.00	10.00	8.00	3.00	3.00				
1	31.00	17.00	10.00	10.00	8.00	3.00	3.00		82.00	7	40
2	31.00	17.00	10.00	10.00	8.00	3.00	2.00		81.00	6	42
3	31.00	17.00	10.00	10.00	8.00	2.00	2.00		80.00	5	43
4	31.00	17.00	10.00	10.00	2.00	2.00	2.00		74.00	4	43
5	31.00	17.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00		66.00	3	42
6	31.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		58.00	2	43
7	31.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		43.00	1	43
8											
9											

MÁXIMO CVD = 43

PCI = 100 - MAX. CVD 57

CLASIFICACIÓN = Bueno













# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. MARCELINO GONZALES	8	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+089.03	46 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
8	H	1	1							2.00	4.35	10.00
8	M	1	1	1	1					4.00	8.70	8.00
11	M	1	1							2.00	4.35	1.00
11	L	1	1	1						3.00	6.52	0.00
14	M	1	1	1	1					4.00	8.70	17.00
14	L	1	1							2.00	4.35	7.00
16	H	1	1	1						3.00	6.52	17.00
16	M	1	1							2.00	4.35	4.00
											<b>Tota VD=</b>	64.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :**    17.00                       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:**    8.62

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	17.00	17.00	10.00	8.00	7.00	4.00	1.00				
1	17.00	17.00	10.00	8.00	7.00	4.00	1.00		64.00	8	29
2	17.00	17.00	10.00	8.00	7.00	4.00	1.00		64.00	7	31
3	17.00	17.00	10.00	8.00	7.00	4.00	2.00		65.00	6	33
4	17.00	17.00	10.00	8.00	7.00	2.00	2.00		63.00	5	34
5	17.00	17.00	10.00	8.00	2.00	2.00	2.00		58.00	4	33
6	17.00	17.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00		52.00	3	33
7	17.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		44.00	2	34
8	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		29.00	1	29
9											

MÁXIMO CVD = 34

PCI = 100 - MAX. CVD    66

CLASIFICACIÓN = Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. MARCELINO GONZALES	9	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+115.64	58 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad							Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1								
2	H	1	1						2.00	3.45	8.00
2	M	1	1	1					3.00	5.17	9.00
3	M	1	1						2.00	3.45	10.00
9	M	1	1	1	1	1			5.00	8.62	5.00
9	L	1	1	1	1				4.00	6.90	3.00
16	L	1	1	1					3.00	5.17	2.00
18	M	1	1	1	1	1			5.00	8.62	2.00

**Tota VD=** 39.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 10.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 9.27

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	10.00	9.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00				
1	10.00	9.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		39.00	7	17
2	10.00	9.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		39.00	6	18
3	10.00	9.00	8.00	5.00	3.00	2.00	2.00		39.00	5	19
4	10.00	9.00	8.00	5.00	2.00	2.00	2.00		38.00	4	21
5	10.00	9.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00		35.00	3	22
6	10.00	9.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		29.00	2	23
7	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		22.00	1	22
8											
9											

MÁXIMO CVD = 23

PCI = 100 - MAX. CVD 77

CLASIFICACIÓN = Muy Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. MARCELINO GONZALES	10	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+104.9	52 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
9	H	1	1	1	1	1				5.00	9.62	17.00
9	M	1	1	1	1					4.00	7.69	4.00
9	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	3.00
11	H	1	1	1	1	1	1	1		7.00	13.46	3.00
14	L	1	1	1	1	1				5.00	9.62	13.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	1.00
19	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	2.00

**Tota VD=** 43.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 17.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.62

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

N°	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00				
1	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	1.00		43.00	7	19
2	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00		44.00	6	21
3	17.00	13.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00		44.00	5	22
4	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00		43.00	4	24
5	17.00	13.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00		42.00	3	26
6	17.00	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		40.00	2	31
7	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		29.00	1	29
8											
9											

MÁXIMO CVD = 31

PCI = 100 - MAX. CVD 69

CLASIFICACIÓN = Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. MARCELINO GONZALES	11	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+102.60	52 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
9	H	1	1	1	1	1				5.00	9.62	17.00
9	M	1	1	1	1					4.00	7.69	4.00
9	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	3.00
14	M	1	1	1	1	1	1	1		7.00	13.46	30.00
14	L	1	1	1	1	1				5.00	9.62	13.00
18	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	1.00
19	L	1	1	1	1	1	1			6.00	11.54	2.00

**Tota VD=** 70.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 30.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.43

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

N°	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	1.00				
1	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	1.00		70.00	7	34
2	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	2.00		71.00	6	36
3	30.00	17.00	13.00	4.00	3.00	2.00	2.00		71.00	5	38
4	30.00	17.00	13.00	4.00	2.00	2.00	2.00		70.00	4	40
5	30.00	17.00	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00		68.00	3	44
6	30.00	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		57.00	2	43
7	30.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		42.00	1	42
8											
9											

**MÁXIMO CVD = 44**

**PCI = 100 - MAX. CVD 56**

**CLASIFICACIÓN = Bueno**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. PEDRO ORTIZ MONTOYA	3	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+079.81	42 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad							Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1								
2	H	1	1						2.00	4.76	14.00
2	M	1	1	1					3.00	7.14	8.00
3	M	1	1						2.00	4.76	10.00
9	M	1	1	1	1	1			5.00	11.90	6.00
9	L	1	1	1	1				4.00	9.52	2.00
16	L	1	1	1					3.00	7.14	1.00
19	M	1	1	1	1	1	1		6.00	14.29	7.00

**Tota VD=** 48.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 14.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.90

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	2.00	1.00				
1	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	2.00	1.00		48.00	7	22
2	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	2.00	2.00		49.00	6	24
3	14.00	10.00	8.00	7.00	6.00	2.00	2.00		49.00	5	26
4	14.00	10.00	8.00	7.00	2.00	2.00	2.00		45.00	4	25
5	14.00	10.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00		40.00	3	25
6	14.00	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		34.00	2	26
7	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		26.00	1	26
8											
9											

MÁXIMO CVD = 26

PCI = 100 - MAX. CVD 74

CLASIFICACIÓN = Muy Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. PEDRO ORTIZ MONTOYA	4	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+086.45	48 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	M	1	1	1	1					4.00	8.33	15.00
3	L	1	1	1	1	1				5.00	10.42	11.00
8	M	1	1							2.00	4.17	5.00
8	L	1	1	1						3.00	6.25	4.00
11	H	1	1	1	1					4.00	8.33	1.00
16	M	1	1	1						3.00	6.25	7.00
16	L	1	1	1	1					4.00	8.33	2.00
18	M	1	1	1	1	1				5.00	10.42	2.00
19	M	1	1	1						3.00	6.25	2.00

**Tota VD=** 49.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 15.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.81

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV	
	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00				
1	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	49.00	9	20
2	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	8	22
3	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	7	23
4	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	6	24
5	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.00	5	26
6	15.00	11.00	7.00	5.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.00	4	27
7	15.00	11.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	45.00	3	29
8	15.00	11.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	40.00	2	31
9	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.00	1	31

MÁXIMO CVD = 31

PCI = 100 - MAX. CVD 69

CLASIFICACIÓN = Buena







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. TUPAC AMARU	1	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+122.39	62 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
2	H	1	1	1	1	1	1			6.00	9.68	25.00
2	M	1	1	1	1	1				5.00	8.06	12.00
3	M	1	1	1	1					4.00	6.45	13.00
9	M	1	1	1	1	1	1	1		7.00	11.29	7.00
9	L	1	1	1	1	1	1			6.00	9.68	2.00
16	H	1	1	1	1	1	1			6.00	9.68	18.00
18	M	1	1	1	1	1	1	1		7.00	11.29	3.00

**Tota VD=** 80.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 25.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.89

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	25.00	18.00	13.00	12.00	7.00	3.00	2.00				
1	25.00	18.00	13.00	12.00	7.00	3.00	2.00		80.00	7	39
2	25.00	18.00	13.00	12.00	7.00	3.00	2.00		80.00	6	41
3	25.00	18.00	13.00	12.00	7.00	2.00	2.00		79.00	5	43
4	25.00	18.00	13.00	12.00	2.00	2.00	2.00		74.00	4	43
5	25.00	18.00	13.00	2.00	2.00	2.00	2.00		64.00	3	41
6	25.00	18.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		53.00	2	40
7	25.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1	37
8											
9											

MÁXIMO CVD = 43

PCI = 100 - MAX. CVD 57

CLASIFICACIÓN = Buena



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. TUPAC AMARU	2	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+078.78	40 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad							Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1			
9	H	1	1	1	1	1			5.00	12.50	19.00
9	M	1	1	1	1				4.00	10.00	7.00
9	L	1	1	1	1	1	1		6.00	15.00	4.00
11	H	1	1	1	1	1	1	1	7.00	17.50	2.00
14	M	1	1	1	1	1	1	1	7.00	17.50	37.00
14	L	1	1	1	1	1			5.00	12.50	17.00

**Tota VD=** 86.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 37.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 6.79

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV
	37.00	19.00	17.00	7.00	4.00	2.00				
1	37.00	19.00	17.00	7.00	4.00	2.00		86.00	6	44
2	37.00	19.00	17.00	7.00	4.00	2.00		86.00	5	47
3	37.00	19.00	17.00	7.00	2.00	2.00		84.00	4	48
4	37.00	19.00	17.00	2.00	2.00	2.00		79.00	3	50
5	37.00	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00		64.00	2	47
6	37.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		47.00	1	47
7										
8										
9										

MÁXIMO CVD = 50

PCI = 100 - MAX. CVD 50

CLASIFICACIÓN = Regular



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. TUPAC AMARU	3	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+085.41	46 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	M	1	1	1	1					4.00	8.70	15.00
3	L	1	1	1	1	1				5.00	10.87	11.00
8	M	1	1							2.00	4.35	5.00
8	L	1	1	1						3.00	6.52	4.00
11	H	1	1							2.00	4.35	1.00
16	M	1	1	1						3.00	6.52	7.00
16	L	1	1	1	1					4.00	8.70	2.00

**Tota VD=** 45.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 15.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.81

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	1.00				
1	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	1.00		45.00	7	20
2	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00		46.00	6	22
3	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00		46.00	5	24
4	15.00	11.00	7.00	5.00	2.00	2.00	2.00		44.00	4	25
5	15.00	11.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		41.00	3	26
6	15.00	11.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		36.00	2	28
7	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		27.00	1	27
8											
9											

MÁXIMO CVD = 28

PCI = 100 - MAX. CVD 72

CLASIFICACIÓN = Muy Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. TUPAC AMARU	4	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+088.51	46 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	M	1	1	1	1					4.00	8.70	15.00
3	L	1	1	1	1	1				5.00	10.87	11.00
8	M	1	1							2.00	4.35	5.00
8	L	1	1	1						3.00	6.52	4.00
11	H	1	1	1	1	1	1			6.00	13.04	2.00
16	M	1	1	1						3.00	6.52	7.00
16	L	1	1	1	1					4.00	8.70	2.00

**Tota VD=** 46.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 15.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.81

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00				
1	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00		46.00	7	21
2	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00		46.00	6	22
3	15.00	11.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00		46.00	5	24
4	15.00	11.00	7.00	5.00	2.00	2.00	2.00		44.00	4	25
5	15.00	11.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00		41.00	3	26
6	15.00	11.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		36.00	2	28
7	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		27.00	1	27
8											
9											

MÁXIMO CVD = 28

PCI = 100 - MAX. CVD 72

CLASIFICACIÓN = Muy Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. 30 DE SETIEMBRE	2	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+114.33	58 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad							Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1						
8	H	1	1	1	1				4.00	6.90	15.00
8	M	1	1	1	1				4.00	6.90	7.00
11	M	1	1						2.00	3.45	1.00
14	H	1	1	1	1				4.00	6.90	25.00
14	M	1	1	1					3.00	5.17	16.00
16	H	1	1	1					3.00	5.17	12.00
16	M	1	1	1	1	1			5.00	8.62	6.00

**Tota VD=** 82.00

**Valor deducido más alto (HDV<sub>i</sub>) :** 25.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 7.89

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	25.00	16.00	15.00	12.00	7.00	6.00	1.00				
1	25.00	16.00	15.00	12.00	7.00	6.00	1.00		82.00	7	40
2	25.00	16.00	15.00	12.00	7.00	6.00	2.00		83.00	6	43
3	25.00	16.00	15.00	12.00	7.00	2.00	2.00		79.00	5	43
4	25.00	16.00	15.00	12.00	2.00	2.00	2.00		74.00	4	43
5	25.00	16.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00		64.00	3	41
6	25.00	16.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		51.00	2	39
7	25.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.00	1	37
8											
9											

**MÁXIMO CVD = 43**

**PCI = 100 - MAX. CVD 57**

**CLASIFICACIÓN = Bueno**















# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. JOSE CARLOS MARIATEGUI	4	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+084.04	40 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
2	H	1	1	1						3.00	7.50	20.00
2	M	1	1	1	1					4.00	10.00	15.00
2	L	1	1	1	1					4.00	10.00	8.00
6	H	1	1	1	1					4.00	10.00	15.00
6	M	1	1	1	1					4.00	10.00	9.00
8	H	1	1	1						3.00	7.50	13.00
8	M	1	1	1	1					4.00	10.00	9.00

**Tota VD=** 89.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 20.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.35

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00				
1	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	8.00		89.00	7	44
2	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	9.00	2.00		83.00	6	43
3	20.00	15.00	15.00	13.00	9.00	2.00	2.00		76.00	5	41
4	20.00	15.00	15.00	13.00	2.00	2.00	2.00		69.00	4	40
5	20.00	15.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00		58.00	3	37
6	20.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		45.00	2	34
7	20.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		32.00	1	32
8											
9											

MÁXIMO CVD = 44

PCI = 100 - MAX. CVD 56

CLASIFICACIÓN = Bueno



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. JAVIER HERAUD	3	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+071.78	36 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
3	H	1	1	1	1	1	1			6.00	16.67	49.00
3	M	1	1	1	1	1				5.00	13.89	27.00
8	M	1	1	1						3.00	8.33	8.00
8	L	1	1	1						3.00	8.33	5.00
11	H	1	1	1	1	1	1			6.00	16.67	2.00
16	M	1	1	1						3.00	8.33	7.00
16	L	1	1							2.00	5.56	2.00
19	H	1	1	1						3.00	8.33	12.00
19	M	1	1	1	1					4.00	11.11	4.00

**Tota VD=** 116.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 49.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 5.68

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV
	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00			
1	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	116.00	9	52
2	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	116.00	8	55
3	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	5.00	4.00	2.00	2.00	2.00	116.00	7	57
4	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	5.00	2.00	2.00	2.00	2.00	114.00	6	58
5	49.00	27.00	12.00	8.00	7.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	111.00	5	59
6	49.00	27.00	12.00	8.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	106.00	4	60
7	49.00	27.00	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	100.00	3	63
8	49.00	27.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	90.00	2	63
9	49.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	65.00	1	65

MÁXIMO CVD = 65

PCI = 100 - MAX. CVD 35

CLASIFICACIÓN = Malo







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Facultad de Ingeniería - Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

## EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)



<b>Nombre de la vía:</b>	<b>Cuadra</b>	<b>Progresiva inicial:</b>	<b>Tramo y Unidad:</b>	<b>Ubicación:</b>
Jr. JAVIER HERAUD	6	0+000.0	Tramo 01	Celendín - Cajamarca
<b>Evaluado por:</b>		<b>Progresiva final:</b>	<b>Área de muestra:</b>	<b>Fecha:</b>
TELLO RODRIGUEZ, Nelson Alfredo.		0+085.40	44 paños	10/08/2018

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1.- BLOWUP - BUCKLING</li> <li>2.- GRIETA DE ESQUINA</li> <li>3.- LOSA DIVIDIDA</li> <li>4.- GRIETA DE DURABILIDAD "D"</li> <li>5.- ESCALA</li> <li>6.- DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA</li> <li>7.- DESNIVEL CARRIL / BERMA</li> <li>8.- GRIETAS LINEALES ( Grietas longitudinales, transversales y diagonales)</li> <li>9.- PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45M2) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PUBLICOS</li> <li>10.- PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45M2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>11.- PULIMENTOS DE AGREGADOS</li> <li>12.- POPOUTS</li> <li>13.- BOMBEO</li> <li>14.- PUNZONAMIENTO</li> <li>15.- CRUCE DE VÍA FÉRREA</li> <li>16.- DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO</li> <li>17.- GRIETA DE RETRACCION</li> <li>18.- DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA</li> <li>19.- DESCASCARAMIENTO DE JUNTA</li> </ul> |
|--|---|

Código de Falla	Severidad	Cantidad								Total	Densidad %	Valor deducido (q)
		1	1	1	1	1	1	1	1			
2	H	1	1	1						3.00	6.82	15.00
2	M	1	1	1	1					4.00	9.09	14.00
2	L	1	1	1	1					4.00	9.09	7.00
6	H	1	1	1	1					4.00	9.09	8.00
6	M	1	1	1	1					4.00	9.09	4.00
8	H	1	1	1						3.00	6.82	17.00
8	M	1	1	1	1					4.00	9.09	8.00
											<b>Tota VD=</b>	73.00

**Valor deducido más alto (HDVi) :** 17.00       $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$   
**m:** 8.62

### CALCULO DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

Nº	Valores deducidos								TOTAL	q	CDV
	17.00	15.00	14.00	8.00	8.00	7.00	4.00				
1	17.00	15.00	14.00	8.00	8.00	7.00	4.00		73.00	7	35
2	17.00	15.00	14.00	8.00	8.00	7.00	2.00		71.00	6	36
3	17.00	15.00	14.00	8.00	8.00	2.00	2.00		66.00	5	36
4	17.00	15.00	14.00	8.00	2.00	2.00	2.00		60.00	4	34
5	17.00	15.00	14.00	2.00	2.00	2.00	2.00		54.00	3	35
6	17.00	15.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		42.00	2	32
7	17.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		29.00	1	29
8											
9											

MÁXIMO CVD = 36

PCI = 100 - MAX. CVD 64

CLASIFICACIÓN = Bueno