

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**“EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE  
LA METODOLOGÍA DEL PCI DE LA AVENIDA LA PAZ”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**ALWIN HERNANDO MENDOZA HUAMÁN**

**ASESOR:**

**ING. WILLIAM PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES.**

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2019**

COPYRIGHT © 2019by  
MENDOZA HUAMÁN ALWIN HERNANDO  
Todos los derechos reservados.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por guiarme en mi camino y permitirme concluir con este objetivo.

A mi familia por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mis docentes universitarios, quienes me han dado las pautas para mi formación profesional, en especial al Ing. William Próspero Quiroz González asesor de tesis por su apoyo y orientación para poder culminar este trabajo de investigación.

Finalmente, a todos mis amigos por el apoyo en el desarrollo de esta investigación.

**Alwin Mendoza.**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, José Mariano Mendoza Ramos y María Anita Huamán Calua, los logros y metas alcanzadas, reflejan el amor y el apoyo que me han brindado siempre.

**Alwin Mendoza.**

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I: INTROUCCIÓN.....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. LIMITACIONES.....	17
1.7. OBJETIVOS.....	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2. BASES TEÓRICOS.....	22
2.2.1. PAVIMENTO.....	22
2.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO.....	26
2.2.3. TIPOS DE EVALUACIÓN DE UN PAVIMENTO.....	31
2.2.4. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):.....	35
2.2.5. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	37
2.2.6. CUANTIFICACIÓN DE FALLAS.....	63
2.2.7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL PAVIMENTO.....	64

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	70
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS: .....	71
3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO:.....	71
3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA: .....	72
3.3. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN. ....	73
3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	73
3.5. DATOS DE LA VÍA. ....	74
3.6. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DEL PCI. ....	74
3.6.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES DE MUESTREO A SER INSPECCIONADAS. ....	75
3.6.2. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO A SER INSPECCIONADAS. ....	75
3.6.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTRA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS. ....	76
3.6.4. SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO ADICIONALES.....	77
3.6.5. TOMA DE DATOS DE LAS FALLAS EN PAVIMENTOS.....	78
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....	79
4.1. RESULTADOS. ....	79
4.1.1. CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO. ....	79
4.1.2. EJEMPLO DE APLICACIÓN PARA EL CALCULO DEL PCI. ....	80
4.1.3. PCI DEL TRAMO ESTUDIADO.....	84
4.1.4. RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN EL TIPO Y SEVERIDAD DE FALLA EXISTENTE EN EL PAVIMENTO RÍGIDO. ....	88
4.2. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	93
4.2.1. PARA GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES, DIAGONALES, DE ESQUINA Y GRIETAS EN BLOQUE: .....	98

4.2.2. PARA DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS Y DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA: .....	99
4.2.3. PARA PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE:.....	101
4.2.4. PARA ESCALA: .....	101
4.2.5. PARA DESNIVEL CARRIL/BERMA: .....	102
4.2.6. PARA LOSA DIVIDIDA, HUNDIMIENTO, PARCHES PEQUEÑOS DETERIORADO, PARCHES GRANDES DETERIORADOS:.....	103
4.3. COSTO DEL MANTENIMIENTO DEL TRAMO INSPECCIONADO:.....	105
4.4. DISCUSIÓN.....	106
4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	106
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
5.1. CONCLUSIONES. ....	107
5.2. RECOMENDACIONES.....	107
CAPÍTULO VI: REEFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:.....	108
ANEXOS: .....	110
ANEXO 01: FORMATO DE EXPLORACIÓN PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO. ....	110
ANEXO 03: NOMOGRAMAS Y TABULACIONES PARA DETERMINAR EL VALOR DEDUCIDO SEGÚN EL TIPO DE FALLA ENCONTRADA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO. ....	152
ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO: .....	172

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Pavimentos. ....	24
Figura 2: Estructura de un pavimento flexible. ....	24
Figura 3: Estructura de un pavimento rígido. ....	25
Figura 4: Estructura de un pavimento compuesto. ....	25
Figura 5: Estructura de un pavimento articulado. ....	26
Figura 6: Elementos del pavimento rígido. ....	28
Figura 7: Pavimento simple. ....	29
Figura 8: Pavimento simple con dovelas. ....	29
Figura 9: Pavimento con refuerzo estructural. ....	30
Figura 10: Pavimento con refuerzo continuo. ....	30
Figura 11: Pavimento Preesforzado. ....	31
Figura 12: Vista en planta y corte de una grieta longitudinal. ....	38
Figura 13: Vista en planta y corte de una grieta diagonal. ....	40
Figura 14: Vista en planta y corte de una grieta transversal. ....	40
Figura 15: Imagen referencial grieta de esquina. ....	42
Figura 16: Vista en planta de grieta de esquina. ....	42
Figura 17: Imagen referencial grieta de durabilidad “D”. ....	44
Figura 18: Vista en planta grieta de durabilidad “D”. ....	44
Figura 19: Imagen referencial grieta de esquina. ....	45
Figura 20: Vista en planta de grieta de esquina. ....	46
Figura 21: Daño del sello de la junta. ....	47
Figura 22: Pérdida progresiva del sello, en ausencia de la tirilla de respaldo. ....	47
Figura 23: Falla por Descascaramiento de Junta. ....	49
Figura 24: Grieta por retracción. ....	50
Figura 25: Falla por Descascaramiento de esquina. ....	51
Figura 26: Pulimiento de agregado. ....	52

Figura 27: Popouts.....	53
Figura 28: Imagen referencial Blow up – Buckling. ....	54
Figura 29: Vista en planta de un Blow up – Buckling.....	54
Figura 30: Vista en perfil de un Blow up – Buckling.....	55
Figura 31: Imagen referencial falla a escala. ....	56
Figura 32: Vista en corte de falla a escala. ....	56
Figura 33: Desnivel carril/Berma. ....	57
Figura 34: Vista en perfil del Desnivel carril/ Berma. ....	57
Figura 35:Falla por Punzonamiento. ....	58
Figura 36: Manifestaciones de falla por bombeo. ....	59
Figura 37: Falla de Parche pequeño. ....	60
Figura 38: Falla de Parche grande. ....	61
Figura 39: Falla por cruce de vía férrea.....	62
Figura 40: Curva de deterioro de un pavimento. ....	65
Figura 41: Curva de deterioro de un pavimento relación deterioro -costo de rehabilitación. .....	66
Figura 42: Expediente de liquidación de obra “Pavimentación Av. La Paz”.....	71
Figura 43: Detalle del pavimento en la Av. La paz. ....	72
Figura 44: Detalle de berma. ....	72
Figura 45: Formato de exploración de la condición para carreteras con pavimento rígido..	78
Figura 46: Ejemplo del cálculo del VD empleando el nomograma respectivo.....	81
Figura 47: Cálculo del CDV empleando el nomograma respectivo.....	83
Figura 48: Porcentaje de las unidades de muestreo según su clasificación.....	85
Figura 49: Perfil de los PCI obtenidos para cada Unidad de Muestreo del tramo inspeccionado. ....	87
Figura 50:Número de fallas según su tipo. ....	89
Figura 51: Cantidad de fallas según su severidad.....	89
Figura 52: Porcentaje de fallas en el tramo inspeccionado .....	91
Figura 53: Porcentaje según el tipo de falla .....	92
Figura 54: Curvas para grietas longitudinales. ....	152
Figura 55: Curvas para grietas transversales y/o diagonales.....	153

Figura 56: Curvas para grietas de esquina.....	154
Figura 57: Curvas para grieta de durabilidad “d”.....	155
Figura 58: Curvas para grietas en bloque.....	156
Figura 59: Curvas para descascaramiento de juntas.....	157
Figura 60: Curvas para grietas de retracción y descamación.....	158
Figura 61: Curvas para descascaramiento de esquina.....	159
Figura 62: Curva para pulimiento de superficie.....	160
Figura 63: Curva para desintegración, agujeros (popouts).....	161
Figura 64: Curvas para Blowup – buckling.....	162
Figura 65: Curvas para escala.....	163
Figura 66: Curvas para hundimiento (punzonamiento).....	165
Figura 67: Curva para bombeo:.....	166
Figura 68: Curvas para parque pequeño deteriorado.....	167
Figura 69: Curvas para parche grande deteriorado.....	168
Figura 70: Curvas para vía férrea.....	169
Figura 71: Curva de corrección de valores deducidos para pavimentos rígidos.....	170

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Rangos de calificación del PCI.....	36
Cuadro 2 : Niveles de severidad para losa dividida.....	45
Cuadro 3: Niveles de severidad del Descascaramiento de Junta.....	48
Cuadro 4: Niveles de severidad para los Descascaramiento de esquina. ....	51
Cuadro 5: Niveles de severidad para Punzonamiento. ....	58
Cuadro 6: Intervención en base al rango PCI. ....	67
Cuadro 7: Coordenadas de inicio y fin de la vía evaluada. ....	72
Cuadro 8: Características del tramo estudiado. ....	74
Cuadro 9: Tipos de fallas en la UM-1 .....	80
Cuadro 10: VD para cada tipo de falla en la UM-1.....	81
Cuadro 11: Cálculo de los valores deducidos corregidos (CDV).....	82
Cuadro 12: PCI de las Unidades de Muestreo estudiadas. ....	84
Cuadro 13: Clasificación de las Unidades de muestreo. ....	85
Cuadro 14:Máximo valor deducido, tipo de daño y severidad de cada Unidad de Muestreo. .....	86
Cuadro 15: Cantidad total de fallas según su severidad. ....	88
Cuadro 16: Fallas más frecuentes encontradas en las unidades de muestra de la vía inspeccionada.....	90
Cuadro 17: Clasificación del tipo de falla. ....	91
Cuadro 18: Total de Fallas Estructurales y Funcionales. ....	92
Cuadro 19: Matriz de intervención. ....	94
Cuadro 20: Presupuesto para el mantenimiento de a Av. La Paz.....	105
Cuadro 21: VD para grietas longitudinales. ....	152
Cuadro 22:VD para grietas transversales y/o .....	153
Cuadro 23: VD para grietas de esquina. ....	154
Cuadro 24: VD para grietas de esquina. ....	155
Cuadro 25: VD para grietas en bloque .....	156
Cuadro 26: VD para descascaramiento de juntas. ....	157
Cuadro 27: VD para grietas de retracción .....	158

Cuadro 28: VD para descascaramiento .....	159
Cuadro 29: VD para pulimiento de superficie.....	160
Cuadro 30: VD para desintegración, .....	161
Cuadro 31: VD para Blowup – buckling. ....	162
Cuadro 32: VD para escala.....	163
Cuadro 33: Curvas para Desnivel carril / berma. ....	164
Cuadro 34: VD para desnivel carril / berma.....	164
Cuadro 35: VD para hundimiento .....	165
Cuadro 36: VD para bombeo.....	166
Cuadro 37: VD para parche pequeño .....	167
Cuadro 38: VD para parche grande deteriorado.....	168
Cuadro 39: Valores deducidos para vía férrea.....	169
Cuadro 40: Valores deducidos corregidos.....	171

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el estado del pavimento rígido de la avenida la Paz desde la cuadra 09 hasta la cuadra 20, mediante la metodología del PCI, identificando los tipos de fallas existentes y la severidad de cada una de ellas.

Se identificaron 14 tipos de fallas en la avenida la Paz las cuales son: Pulimiento de superficie con una incidencia de 29.18%, descascaramiento de juntas con una incidencia de 21.87%, grietas longitudinales con una incidencia de 9.99%, grietas de retracción y descamación con una incidencia de 9.49%, descascaramiento de esquina con una incidencia de 5.94%, grietas de esquina con una incidencia de 5.87%, parche grande deteriorado con una incidencia de 3.98%, desnivel carril / berma con una incidencia de 3.84%, hundimiento (punzonamiento) con una incidencia de 2.90%, y otros tipos de fallas con una incidencia de 6.95%.

De las 35 unidades de muestreo inspeccionadas se concluyó que el índice de condición del pavimento, tiene un valor de 67.91, y una calificación de BUENO, además se recomienda una intervención del tipo MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR PERIÓDICO, que consta de un mantenimiento inmediato de las fallas más severas.

**Palabras Claves:** Pavimento rígido, PCI, tipos de fallas, incidencias, unidades de muestreo, mantenimiento.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the state of the rigid pavement of La Paz Avenue from block 09 to block 20, using the PCI methodology, identifying the types of existing faults and the severity of each one.

14 types of failures were identified in La Paz Avenue which are: Surface polishing with an incidence of 29.18%, joint peeling with an incidence of 21.87%, longitudinal cracks with an incidence of 9.99%, retraction and peeling cracks with an incidence of 9.49%, corner peeling with an incidence of 5.94%, corner cracks with an incidence of 5.87%, large patch deteriorated with an incidence of 3.98%, lane / berm slope with an incidence of 3.84%, sinking (punching ) with an incidence of 2.90%, and other failures with an incidence of 6.95%.

Of the 35 sampling units inspected, it was concluded that the pavement condition index has a value of 67.91, and a rating of GOOD, in addition an intervention of the PERIODIC MAIN CORRECTIVE MAINTENANCE type, consisting of an immediate maintenance of the failures, is recommended more severe

**Keywords:** Rigid pavement, PCI , types of failures, incidence, units inspected, maintenance.

## **CAPITULO I: INTROUCCIÓ**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Un pavimento es una estructura asentada sobre un terreno de fundación apropiado, teniendo por finalidad proporcionar una superficie de rodadura que permita el tráfico seguro y confortable de vehículos a velocidades operacionales deseadas bajo cualquier condición climática. Hay una gran diversidad de tipos de pavimentos, dependiendo del uso de la vía, tipo de vehículos que transitaran y del volumen de tráfico.

El pavimento es una de las pocas estructuras civiles que tiene un período de diseño finito, es decir que su falla está prevista al término de ésta. Esto significa que, durante el período de vida de una estructura de pavimento, la misma iniciará un proceso de deterioro tal que al final de su vida útil presentará un conjunto de fallas que reducirán su calidad de rodaje y en definitiva incrementarán los costos de los usuarios y los costos de mantenimiento por parte de la agencia responsable (Alvariño, 2016).

El mal estado de muchos pavimentos en el Perú, y específicamente en la ciudad de Cajamarca, es motivo de gran preocupación para la población. Pese a que es común que se presenten algunas fallas en la capa de rodadura del pavimento debido al uso y factores climáticos, cuando el número de éstas es importante, se llega a afectar la calidad de vida de la población. Es indudable que, para mejorar la condición de un pavimento, éste debe tener un mantenimiento adecuado, pero no es posible hacerlo sin haber determinado antes el estado real en que se encuentra y sin una certeza sobre el tratamiento adecuado a utilizar.

Una de las principales vías de Cajamarca es la avenida la Paz, dicha vía une las zonas de expansión urbana de la ciudad, en tal sentido es necesario conocer el estado actual del pavimento, por tal motivo con esta investigación se pretende resolver esta problemática.

La presente investigación tomó como muestra de estudio a la avenida la Paz el tramo comprendido entre la cuadra 09 y la cuadra 20. Se determinó y evaluó los tipos de fallas presentes en la capa de rodadura del pavimento rígido, los mismos que sirvieron para la obtención del Índice de Condición del Pavimento.

La metodología del PCI abarca dos etapas muy importantes, la primera etapa de trabajo es en campo, en donde se identificarán los daños teniendo en cuenta el tipo de falla, severidad

y extensión de cada uno de ellas y una segunda etapa que será el cálculo del Índice de Condición del Pavimento. El cálculo comprende 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.

La presente tesis se desarrolló en los siguientes capítulos:

- ✓ **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.** Contiene el Planteamiento del Problema, la Justificación de la Investigación, los Alcances de la Investigación y sus Objetivos.
  
- ✓ **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.** Se presentan antecedentes teóricos de investigaciones realizadas en el ámbito internacional, Nacional y local, las conclusiones más importantes a las que han llegado, además se exponen las bases teóricas en las que se basó esta investigación y definiciones de términos básicos usados.
  
- ✓ **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.** Se brinda la ubicación geográfica donde se realizó la investigación, se describe el procedimiento de la metodología PCI, y el análisis de dato.
  
- ✓ **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.** Se describe, explica y discute los resultados de la investigación.
  
- ✓ **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** Se establecen las conclusiones en función a los resultados obtenidos, y las recomendaciones pertinentes.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido de la Avenida la Paz de la cuadra 09 a la cuadra 20, según la metodología del PCI?

## **1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Según la metodología del PCI, el estado actual del pavimento rígido de la avenida la Paz desde la cuadra 09 hasta la cuadra 20, es regular.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

En toda vía se debe realizar una evaluación del estado del pavimento para no llegar a su reconstrucción total, generando gastos mayores que las de un mantenimiento, con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red vial. En tal sentido con la presente investigación se pretende evaluar superficialmente el pavimento rígido de la avenida la Paz de la cuadra 09 a la cuadra 20, para conocer el estado del pavimento, aplicando la metodología del PCI (Pavement Condition Index), lo cual permitirá la toma de decisiones en su rehabilitación o reconstrucción.

#### **1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

La investigación se realizó en el tramo comprendido entre la avenida Argentina (cuadra 09) y la avenida Héroes del Cenepa (cuadra 20), correspondiente a la avenida la Paz, del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

#### **1.6. LIMITACIONES.**

Durante el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes dificultades:

- ✓ Dificultad para la recopilación de datos y para realizar el levantamiento topográfico del tramo estudiado, esto debido al gran tránsito vehicular y peatonal de la vía.

#### **1.7. OBJETIVOS.**

- **Objetivo general.**
  - Evaluar el estado del pavimento rígido de la avenida la Paz desde la cuadra 09 hasta la cuadra 20 mediante la metodología del PCI, Cajamarca 2019.
- **Objetivos Específicos.**
  - Realizar el levantamiento topográfico del tramo estudiado.
  - Determinar los tipos de fallas superficiales existentes en la avenida la Paz de la ciudad de Cajamarca 2019.
  - Determinar el Índice de Condición de Pavimento del tramo delimitado en la avenida la Paz, de la ciudad de Cajamarca 2019.
  - Proporcionar posibles soluciones a las fallas que el pavimento rígido presente y el tipo de intervención a realizar.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.**

### **2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS.**

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

- ✓ **Hurtado Arias, W. (2016).** “**EVALUACIÓN FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR EL DETERIORO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO EN LA AVENIDA ABDÓN CALDERÓN, PARROQUIA CONOCOTO, CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**”. En esta investigación se realizó una evaluación del pavimento de la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha, en el tramo comprendido desde la intersección con la avenida Ponce Enríquez hasta la intersección con la avenida Río Napo, con una extensión de 4.718 km, Para realizar una correcta evaluación funcional y estructural del pavimento se evaluó ciertos parámetros tales como deflexiones, PCI. Del análisis de los resultados obtenidos de los diferentes ensayos y mediciones, se realizaron las respectivas evaluaciones, se concluyó que la estructura del pavimento se encuentra en condiciones regular y pobre.
  
- ✓ **Becerra Delgado, A. y Sánchez Reinoso, P. (2018).** “**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DEL SECTOR EL VALLE Y SU MARCO SOSTENIBLE**”. EL objetivo general de este trabajo de titulación fue la evaluación de los deterioros del pavimento rígido de la avenida Loja se concluyó lo siguiente: Inicialmente se realizó una inspección visual en general, misma que a simple vista mostró que la vía a evaluar presentaba reparaciones anteriormente realizadas con técnicas poco apropiadas que en lugar de generar soluciones han provocado otras deficiencias generando dudas sobre si la vía cumple con lo estipulado en las normas con respecto a una correcta reparación. Para conocer las condiciones del pavimento se empleó el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) por su metodología completa para la evaluación y calificación de pavimentos. Durante la inspección visual se presentó un inconveniente propio del método que pondera todo el tramo de estudio, lo cual puede hacer exclusiones de algunos deterioros con severidades altas, por esta razón se evaluó la avenida en tres tramos considerando un muestreo del 100%.

- ✓ **Ramos Núñez, F. (2015). “ESTUDIO DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN ALGUNAS CALLES DE LOS BARRIOS LAGUITO, CASTILLOGRANDE Y BOCAGRANDE EN ZONAS FREÁTICO ALTO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA”.** El objetivo general de este estudio es elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillogrande y Laguito en la ciudad de Cartagena. Los resultados que se dieron en la presente investigación se logró la evaluación de los pavimentos rígido de algunas calles de los barrios de Laguito, Castillogrande y Bocagrande con niveles freáticos altos. Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado regular en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plata-formas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene + de 25 años.

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

- ✓ **Vergara Vicuña, A. (2015). “EVALUACIÓN DEL ESTADO FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE LA METODOLOGÍA PCI TRAMO QUICHUAY -INGENIO DEL KM 0+000 AL KM 1+000 2014”.** En este trabajo se presenta la aplicación de una metodología de inspección visual de calificación de estado del pavimento. Esta es la Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento) quizás la más recomendada por su objetividad, un kilómetro de carretera fue estudiado a detalle con dicha metodología para calificar el estado de la vía. De acuerdo al análisis podemos determinar el estado real del pavimento, las fallas más perjudiciales para dicho estado y teniendo el valor del PCI fue posible determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación menos costoso y más

eficiente, con eso el pavimento lograría un buen estado, para brindar comodidad y seguridad a los usuarios que es su principal función.

- ✓ **Alvariño Diego, J. (2016). “DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LA PISTA EN LA AVENIDA LAS MALVINAS, DEL DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN DE JUNÍN, ABRIL – 2016”**, esta tesis plantea como problema de investigación: ¿En qué medida la determinación y evaluación de las patologías del concreto existentes en la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región Junín - abril 2016, nos permitirá obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de su superficie? El objetivo general de esta tesis fue determinar un índice de condición de pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida antes mencionada. La metodología de investigación empleada fue, descriptivo, explicativo y correlacionado. El universo o población, Para la presente investigación el universo fue dado por la delimitación geográfica de la superficie de las pistas de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, la muestra, se seleccionó el pavimento rígido de la cuadra 2, 3 y 4 de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari. El resultado obtenido según el PCI fue: cuadra 2 su estado es bueno, cuadra 3 y 4 su estado es regular, se concluyó que se debe hacer un mantenimiento frecuente para evitar reparaciones costosas.
  
- ✓ **Carbajal Terrones, M. (2018). “APLICACIÓN DEL MÉTODO PCI PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA CHICLAYO, JOSE LEONARDO ORTIZ”**, La tesis tuvo como objetivo principal, evaluar las condiciones del pavimento rígido en la Avenida Chiclayo – Distrito de José Leonardo Ortiz mediante la aplicación del Método (PCI), con la finalidad de determinar el deterioro de la estructura del pavimento en función de los daños existentes de acuerdo a lo establecido en la Norma ASTM D6433 – 03, llamado Pavement Condition Index (PCI). Primero se llevó a cabo una inspección visual detallada a lo largo de toda la superficie del pavimento rígido de la Avenida

Chiclayo donde se identificó las fallas teniendo en cuenta el tipo, severidad y cantidad de las mismas y asimismo se recopiló la información pertinente en los formatos modelos que brinda el Método del PCI.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.**

- ✓ **Sánchez Montenegro, C. (2017). “INCIDENCIA DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN LA OBTENCIÓN DEL ÍNDICE DE INTEGRIDAD FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA AV. SAN MARTIN DE PORRES, ENTRE LA AV. ATAHUALPA Y JR. LOS GERANIOS, DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA”,** esta investigación tuvo por objetivo identificar y evaluar las patologías del concreto para obtener el índice de integridad funcional y estructural del pavimento rígido de la Av. San Martín de Porres, entre la Av. Atahualpa y Jr. Los Geranios, de la ciudad de Cajamarca. En este estudio se aplicó el método de Evaluación Superficial de Pavimentos por el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) para identificar las fallas existentes y cuantificar su estado. Las fallas más frecuentes encontradas fueron: pulimiento de superficie, descascaramiento de juntas, parche grande deteriorado y descascaramiento de esquina, con porcentajes de 48%, 18%, 15% y 7% respectivamente. Un 52% de las fallas por parche grande deteriorado fueron provocadas por la rotura de las losas en el proceso de reposición de instalaciones públicas después de la puesta en operación de la vía. Así mismo, se determinó el nivel de incidencia de las patologías del concreto con respecto a las 54 unidades de muestra inspeccionadas, las patologías más incidentes fueron: el pulimiento de superficie en 60.4%, descascaramiento de juntas en 23.2% y parches grandes deteriorados en 18.7%.
  
- ✓ **Castope Gonzales, L. (2019). “EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN EL JIRÓN YAHUAR HUACA DEL DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA 2018”.** El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo determinar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Yahuar Huaca, aplicando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). La evaluación se realizó usando hojas de registro, basado en la norma ASTM

D6433-07, se identificó la clase, severidad y cantidad de fallas en las unidades de muestra seleccionadas; de esta manera se concluyó que los tipos de fallas que afectan más al jirón Yahuar Huaca son pulimiento de agregados 28.48%, grietas de esquina 19.41%, grietas transversales y/o diagonales 16.88%, grietas de retracción 16.46%, parches y descascaramiento de juntas 5.59%, descascaramiento de esquina 4.01% y parche grande deteriorado 3.80%, que nos resultó un pavimento en estado BUENO, con un PCI ponderado igual a 65.56%.

- ✓ **Asenjo Cajusol, D. (2017). “EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA MARISCAL CASTILLA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI - JAÉN 2016”.** El objetivo principal a desarrollar es la evaluación del estado actual del pavimento rígido de la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI, y determinar las fallas y las causas del pavimento rígido. El procedimiento se inició con la inspección visual, donde se identificaron, midieron todas las fallas existentes en el pavimento de concreto rígido de la vía en estudio, de acuerdo al Manual de daños de pavimento rígido, aplicando la metodología del PCI (Índice de condición del pavimento), el cual varía desde cero (0), para pavimentos colapsados o en mal estado, hasta cien (100) para pavimentos en excelente estado, clasificándose como un pavimento bueno; además se identificaron las fallas siendo la más relevantes las siguientes: grietas de esquina, losa dividida, escala, parcheo grande, desconchamiento, causadas mayormente por una mala compactación del afirmado, por el tipo de suelo, por la calidad de materiales usados en el concreto, factores climáticos, sistemas de drenajes pluviales inadecuados, tránsito de vehículos pesados.

## **2.2. BASES TEÓRICOS.**

### **2.2.1. PAVIMENTO.**

El MTC (2014), define al pavimento como una 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.

Según la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento:

- ✓ **Según la Ingeniería**, “El pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado Subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo” (American Society for Testing and Materials. 2004).
- ✓ **Desde el punto de vista del usuario**, “El pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas” (American Society for Testing and Materials. 2004).

Finalmente, Rico y Del Castillo (2011) dicen que “un pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto”. Este concepto es aplicado al punto de vista del usuario que al hacer uso de las vías de tránsito encuentre un servicio que haya sido concebido, diseñado y construido pensando en mejorar y mantener condiciones óptimas para el tránsito de personas, de bienes y servicios en la medida que alcance su vida útil.

#### **2.2.1.1. FUNCIONES DE UN PAVIMENTO.**

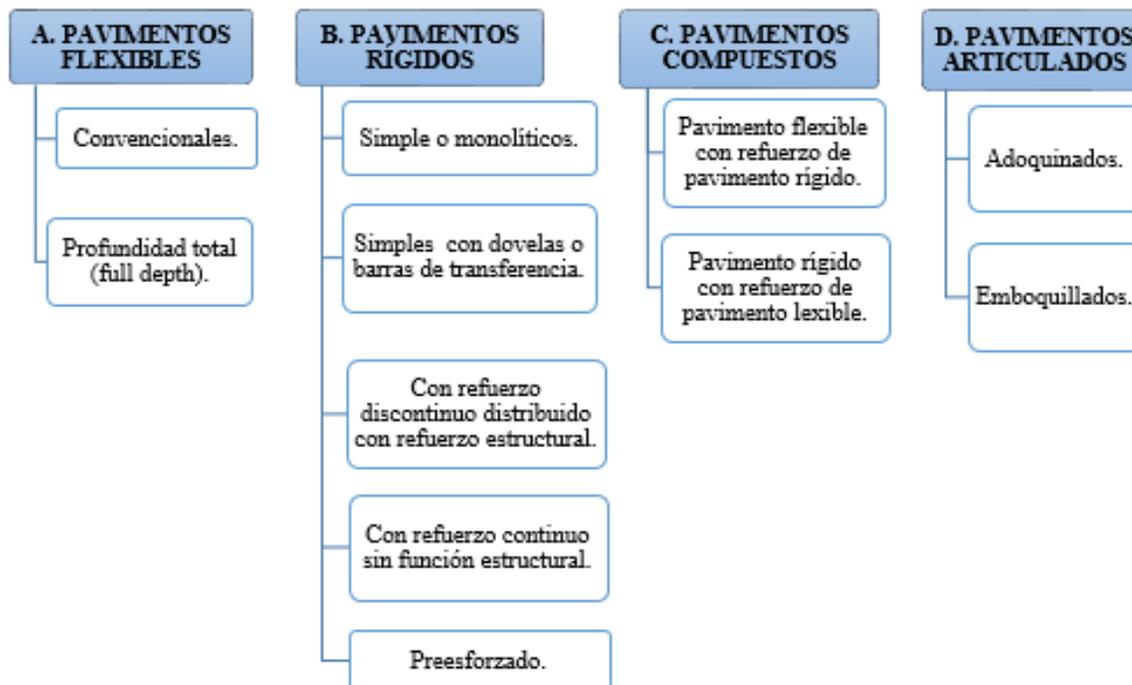
Menéndez, (2009) establece las siguientes funciones que debe cumplir un pavimento:

- ✓ Proporcionar a los usuarios circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.
- ✓ Proporcionar a los vehículos acceso bajo cualquier condición de clima.
- ✓ Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.
- ✓ Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos.
- ✓ Limitar el ruido y la contaminación del aire.

### 2.2.1.2. TIPOS DE PAVIMENTOS.

Menéndez, (2009) clasifica principalmente los siguientes tipos de pavimentos:

**Figura 1: Tipos de Pavimentos.**



*Fuente: Elaboración propia*

**A. Pavimentos flexibles:** Estos pavimentos cuentan con una capa de rodamiento constituida por mezcla asfáltica, por lo que también se les conocen como pavimentos asfálticos. Resultan más económicos en su construcción inicial, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil, en la Figura 2 se muestra la estructura que posee un pavimento flexible. (Tapia García, 2015)

**Figura 2: Estructura de un pavimento flexible.**



*Fuente: Elaboración propia*

- B. **Pavimento Rígidos:** En los pavimentos rígidos, la superficie de rodamiento es proporcionada por losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presentan un armado de acero. Por su mayor rigidez distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las losas adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente la carga, en la Figura 3 se muestra la estructura de un pavimento rígido. (Tapia García, 2015)

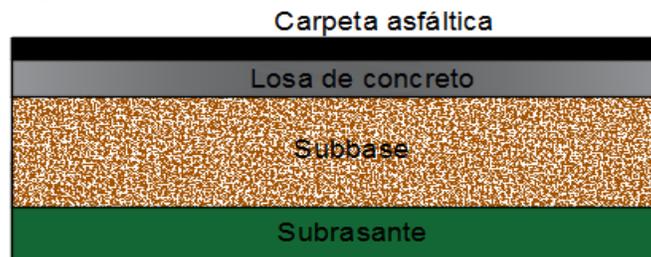
**Figura 3: Estructura de un pavimento rígido.**



*Fuente: Elaboración propia.*

- C. **Pavimento Compuesto:** Los pavimentos compuestos o mixtos, están conformados por una capa de concreto hidráulico, cubierta por una carpeta asfáltica, se emplean en calles y su justificación se basa, en la presencia de redes y servicios bajo la vialidad, que deben protegerse de la acción del tránsito. Su posición impide efectuar excavaciones a mayor profundidad para alojar una estructura del pavimento flexible convencional, en la Figura 4 se muestra la estructura de un pavimento compuesto. (Tapia García, 2015)

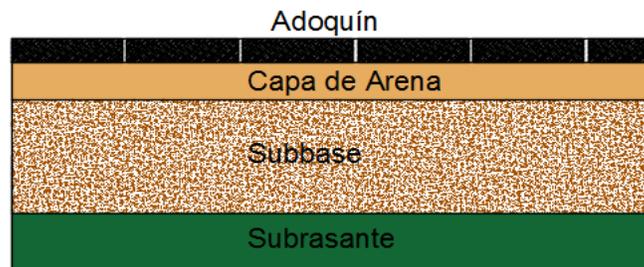
**Figura 4: Estructura de un pavimento compuesto.**



*Fuente: Elaboración propia*

- D. **Pavimento articulado:** Este tipo de pavimento se refiere principalmente a aquellos que poseen una superficie de rodamiento compuestos por adoquines. Los adoquines se caracterizan por poseer una alta resistencia y desarrollar una transmisión de cargas entre las distintas unidades, gracias a la trabazón entre los bloques. Este sistema por lo tanto posee una alta capacidad estructural aportada principalmente por los adoquines, en la Figura 5 se muestra la estructura de un pavimento articulado. (Tapia García, 2015)

**Figura 5: Estructura de un pavimento articulado.**



*Fuente: Elaboración propia.*

### 2.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO.

El MTC, en su Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014), menciona que los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante.

El método AASHTO 93 señala que los principales elementos que conforman un pavimento rígido son:

#### A. Capas de un pavimento rígido:

- **Subrasante:** La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

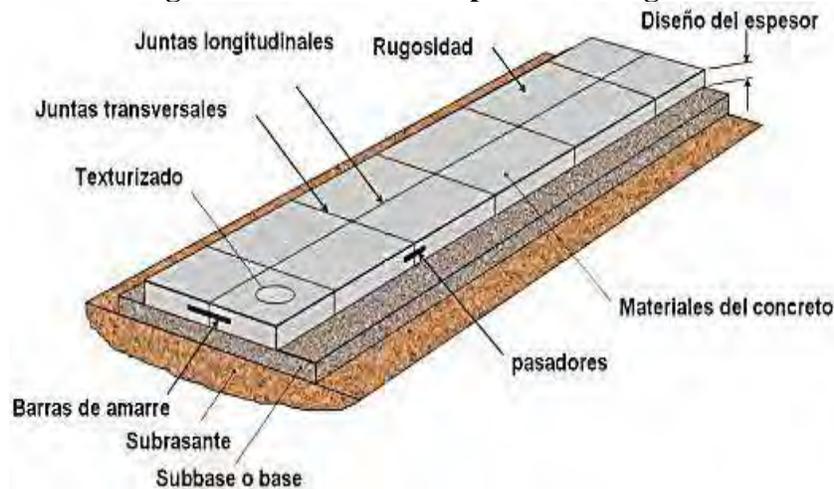
- **Subbase:** La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías principales y de tránsito pesado.
- **Losa:** La losa es de concreto hidráulico o cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad. Se deberá usar concreto con aire incorporado donde sea necesario proporcionar resistencia al deterioro superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

**B. Las juntas:** La función de las juntas consiste en mantener las tensiones de la losa provocadas por la contracción y expansión del pavimento dentro de los valores admisibles del concreto; o disipar tensiones debidas a agrietamientos inducidos debajo de las mismas losas. Son muy importantes para garantizar la duración de la estructura, siendo una de las pautas para calificar la bondad de un pavimento. Por otro lado, deben ser rellenadas con materiales apropiados, utilizando técnicas constructivas específicas. En consecuencia, la conservación y oportuna reparación de las fallas en las juntas son decisivas para la vida útil de un pavimento.

**C. Los selladores:** La función principal de un sellador de juntas es minimizar la infiltración de agua a la estructura del pavimento y evitar la intrusión de materiales incompresibles dentro de las juntas que pueden causar la rotura de éstas (descascaramientos).

**D. Texturizado:** El objetivo de texturizar la superficie del concreto es entregarle al pavimento las cualidades necesarias que logren el contacto neumático – carpeta de rodadura que permitan el tránsito de los vehículos en condiciones seguras.

**Figura 6: Elementos del pavimento rígido.**



*Fuente: Duravía 2013.*

### **2.2.2.1. TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

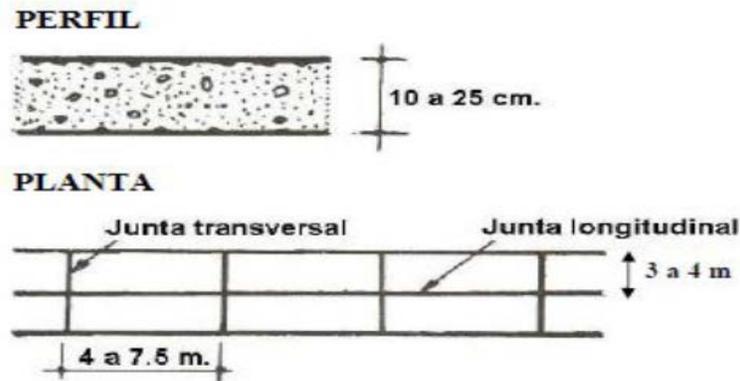
La siguiente clasificación fue tomada de Wong (2015) en concordancia con El Manual de Ingeniería de Pavimentos del ICG (2009).

#### **A. SIMPLE O MONOLÍTICOS.**

De acuerdo a su definición, son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas. En ellos, el concreto asume y resiste tensiones producidas por el tránsito y el entorno, como las variaciones de temperatura y humedad. Este tipo de pavimento es aplicable en caso de tráfico ligero y clima templado y generalmente se apoyan sobre la sub-rasante.

En condiciones más severas requiere de sub bases tratadas con cemento, colocadas entre la sub-rasante y la losa, para aumentar la capacidad de soporte y mejorar la transmisión de carga. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m. De largo y 3.50m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. En calles de urbanizaciones residenciales de 10 y 15 cm, en las denominadas colectores entre 16 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas más solicitadas de 20 cm o más.

**Figura 7: Pavimento simple.**



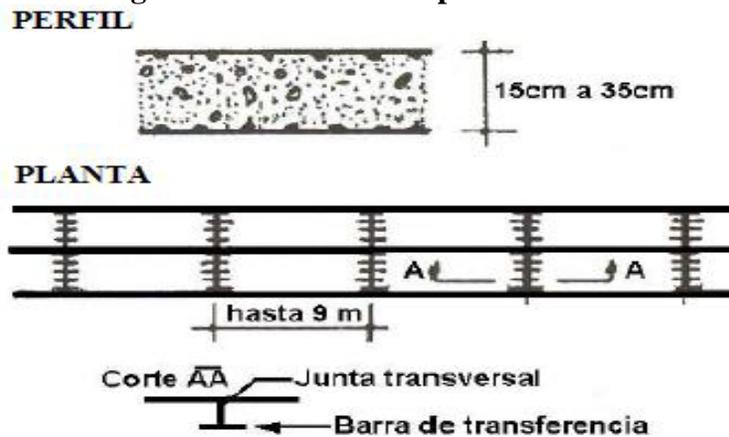
*Fuente: Método AASHTO 93, pág. 4*

### **B. SIMPLES CON DOVELAS O BARRAS DE TRANSFERENCIA.**

Las dovelas o barras de transferencia son pequeñas barras de acero, que se colocan en la selección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera se evitan los desplazamientos verticales diferenciales (escalonamiento).

Según la Asociación de Cemento Portland (PCA, por sus siglas en inglés), este tipo de pavimento es recomendable para tráfico diario que exceda los 500 ESALs (ejes simples equivalentes), con espesores de 15 cm o más.

**Figura 8: Pavimento simple con dovelas.**

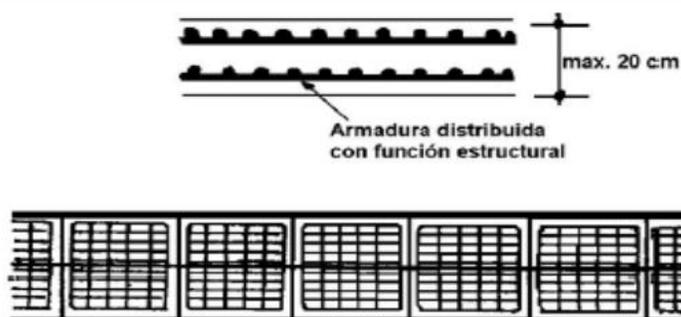


*Fuente: Método AASHTO 93, 1993, pág. 4.*

### C. CON REFUERZO DISCONTINUO DISTRIBUIDO CON REFUERZO ESTRUCTURAL.

En estos pavimentos el acero asume tensiones de tracción y compresión, de manera que es posible reducir el espesor de las losas, se utilizan principalmente en pisos industriales, donde las losas deben resistir cargas de gran magnitud, las dimensiones de las losas son similares a las de los pavimentos de concreto simple, y el acero no debe atravesar la junta transversal para evitar la aparición de fisuras.

**Figura 9: Pavimento con refuerzo estructural.**

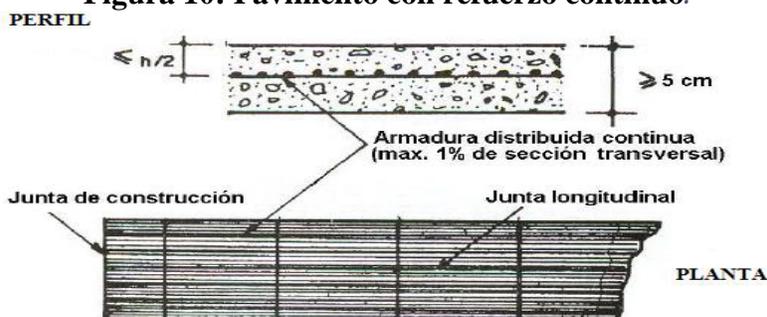


*Fuente: recuperado de Guzmán, CL. 2016, pág. 30*

### D. CON REFUERZO CONTINUO SIN FUNCIÓN ESTRUCTURAL.

A diferencia de los pavimentos de concreto reforzado con juntas, éstos se construyen sin juntas de contracción, debido a que el refuerzo asume todas las deformaciones, específicamente las de temperatura. El refuerzo principal es el acero longitudinal, el cual se coloca a lo largo de toda la longitud del pavimento. El refuerzo transversal puede no ser requerido para este tipo de pavimentos.

**Figura 10: Pavimento con refuerzo continuo.**

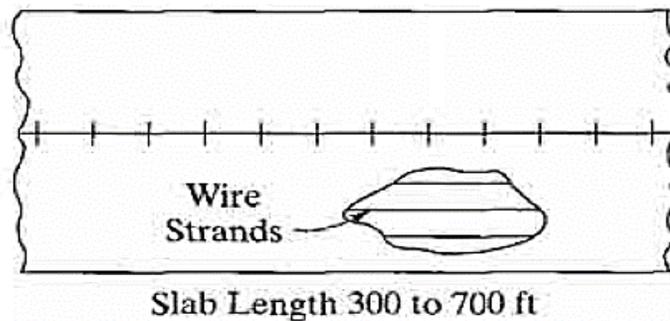


*Fuente: Método AASHTO 93,1993, pág. 5*

## E. PREESFORZADO.

El concreto es débil en tensión, pero fuerte en compresión. El espesor del pavimento de concreto requerido se rige por su módulo de ruptura, que varía con la resistencia a la tracción del concreto. La aplicación previa de una tensión de compresión al concreto reduce en gran medida la tensión de tracción causada por las cargas de tráfico y, por lo tanto, disminuye el espesor del concreto requerido. Los pavimentos rígidos pretensados tienen menos probabilidades de agrietarse y menos juntas transversales y, por lo tanto, dan como resultado un menor mantenimiento y una mayor duración del pavimento. (Granda, C. 2019)

**Figura 11: Pavimento Preesforzado.**



*Fuente: Recuperado de Granda, C. 2019, pág. 27*

### 2.2.3. TIPOS DE EVALUACIÓN DE UN PAVIMENTO.

Según (Dávila, D. Huangal. N y Salazar, W, 2017), la evaluación de un pavimento, concierne a la acción de calificar y cuantificar las condiciones de fallas de la vía, con la finalidad de obtener información a fin de plantear soluciones a los deterioros encontrados. Se considera que la evaluación es una actividad que, mediante procedimientos normados de medidas y observaciones, permite deducir condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos. La observación del deterioro de una vía pavimentada y su calificación, desde el punto de vista de su estado o condición, permite generalizar en forma estimada el estado del mismo a lo largo de su vida útil o período de servicio. El estado o condición de la pavimentación a lo largo del tiempo depende de las estrategias seleccionadas, tales como tipo y oportunidad de aplicación de las actividades de mantenimiento y rehabilitación, siendo de necesidad la disposición de un inventario detallado de la infraestructura. La evaluación del pavimento

consiste de tres aspectos fundamentales: evaluación funcional, evaluación de la capacidad estructural y por último la evaluación visual del pavimento existente.

### **2.2.3.1. EVALUACIÓN FUNCIONAL.**

El término evaluación funcional fue introducido para representar los procesos de identificación y caracterización de diversos aspectos relacionados a las condiciones de superficie de rodadura, incluyendo cuestiones relacionadas al confort y seguridad del tráfico, en las condiciones operacionales de la vía en un momento determinado de su vida de servicio. (Apolinario, 2012)

Además, (Dávila, D. Huangal. N y Salazar, W, 2017). Mencionan que existen diferentes indicadores para establecer el estado superficial de un pavimento. Cada indicador generalmente se expresa a través de fórmulas, en las que se recoge una serie de parámetros del pavimento. Para cada indicador existen tablas en las cuales se dan valores que indican en que condición se encuentra el pavimento, generalmente cada país en su norma de pavimentos establece estos límites. En el caso de nuestro país no existe una norma respecto a estos indicadores, solo existe las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras - EG-2013, aprobado con Resolución Directoral N° 22- 2013-MTC/14, En dichas especificaciones, en lo referente al tema de rehabilitación sólo se hace mención de algunas técnicas de rehabilitación superficial para pavimentos asfálticos. Los diversos organismos internacionales que investigan los pavimentos han creado diversos índices que permiten evaluar en qué estado se encuentra, esto con la finalidad de recomendar una rehabilitación oportuna. Entre los principales indicadores del estado superficial del pavimento tenemos:

**A. ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE (PRESENT SERVICEABILITY INDEX - PSI):** Este tipo de índice está orientado mundialmente a medir el confort (comodidad) que brinda el pavimento al usuario, éste método fue desarrollado por los años sesenta por AASTHO desarrollándose originalmente para su determinación, fórmulas matemáticas que combinan distintos parámetros de deterioro. El Índice de Serviabilidad Presente (PSI), consiste en calificar en una escala de 0 a 5 el grado de confort que el usuario percibe al transitar por un camino a la velocidad de operación. El confort viene definido en base a la calidad de rodamiento y su variación en el tiempo.

**B. ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (INTERNATIONAL ROUGHNESS ÍNDEX - IRI):** El Índice de Regularidad Internacional es un indicador de la regularidad superficial, y se define como el cociente entre el desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de un vehículo tipo y la distancia recorrida por dicho vehículo. Se puede expresar en unidades de mm/m, m/km, in/mi, etc. Cuanto menor es este índice, mejor es la regularidad superficial. Valores del IRI menores de 2 m/Km indican una buena regularidad superficial. El rango de la escala del IRI para un camino pavimentado es de 0 a 12 m/km. (0 a 760 in/mi), donde 0 es una superficie perfectamente uniforme y 12 un camino intransitable.

### **2.2.3.2. EVALUACIÓN CAPACIDAD ESTRUCTURAL.**

Es una evaluación a mayor profundidad que se fundamenta en la toma de muestras representativas de los materiales que conforman las diferentes capas del pavimento en una vía. Los métodos para este tipo de evaluación pueden ser destructivos o no destructivos, dependiendo del grado de alteración física producida por los materiales durante el proceso de evaluación. (Granda, 2019)

En cuanto a la evaluación estructural (Dávila, D. Huangal. N y Salazar, W, 2017), clasifican en dos grandes grupos los métodos de evaluación, los ensayos destructivos (ED) y los no destructivos (END), los cuales detallaremos a continuación:

**A. ENSAYOS DESTRUCTIVOS (ED):** Se altera la integridad del sistema, se realiza mediante perforación en el pavimento. Entre los ensayos destructivos más conocidos están las calicatas que nos permiten obtener una visualización de las capas de la estructura expuestas, a través de las paredes de ésta y realizar ensayos de densidad “in situ”. Estas determinaciones permiten obtener el estado actual del perfil a través de las propiedades reales de los materiales que lo componen.

**B. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END):** No se altera la integridad del sistema, se realizan mediante la medición y análisis de las deflexiones elásticas medidas en la superficie del pavimento, las deflexiones elásticas se miden mediante deflectómetros como la Viga

Benkelman ó el Deflectómetro de Impacto. La deflexión es el parámetro universalmente empleado para la caracterización de la capacidad estructural de un pavimento.

### **2.2.3.3. EVALUACIÓN VISUAL.**

(Dávila, D. Huangal. N y Salazar, W, 2017), mencionan que la evaluación visual de un pavimento puede ser definida como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. Con la evaluación superficial se busca reflejar el estado del pavimento a través de sus características superficiales, presentes en el momento de la evaluación. Existen varios métodos utilizados para la evaluación visual de los pavimentos. Los más conocidos son:

- Índice de Condición del Pavimento - Pavement Condition Index (PCI).
- El método desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – VIZIR.
- Evaluación y calificación superficial del pavimento – Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER).
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL).
- Catálogo de deterioros de pavimentos rígidos – Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica.
- Deterioro de Pavimentos Rígidos Metodología de Medición, Posibles Causas de Deterioro y Reparaciones - Ing. Luis F. Altamirano Kauffmann.

Estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados. La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación. La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada, con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto, esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía. Por otro lado, la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie y se anotan también otras observaciones adicionales que se consideran necesarias.

Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia

de rehabilitación, con la evaluación visual se busca reflejar el estado del pavimento a través de sus características superficiales, presentes en el momento de la evaluación.

#### **2.2.4. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):**

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), fue desarrollado entre los años 1974 a 1976 por el Cuerpo de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y ejecutado por los Ingenieros Srs. Mohamed Y. Shahin, Michael L. Darter y Starr D. Kohn, con el objeto de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. (Dávila, Huangal, & Salazar, 2017)

Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. (Rodríguez, 2009)

El PCI o Pavement Condition Index es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento, flexible o rígido, y proporciona una medida de la condición presente del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie. El PCI también indica la integridad funcional y estructural de la superficie como rugosidad localizada y seguridad, pero no puede medir la capacidad estructural ni la medida directa de la resistencia al deslizamiento o rugosidad. Proporciona una base objetiva y racional para determinar la necesidad de conservación, reparación y sus prioridades. El monitoreo continuo del PCI es usado para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite una identificación prematura sobre la necesidad de una rehabilitación mayor. (Apolinario, 2012)

El deterioro de la estructura es una función de la clase, severidad y densidad del daño. El método PCI tiene en cuenta estos tres factores mencionados anteriormente, introducidos como "valores deducidos", con el objetivo de poder indicar el nivel de afectación que cada combinación de los tres factores tiene como repercusión sobre el estado del pavimento. (Vásquez, 2002)

Los rangos de calificación del PCI varían desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En la Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI.

**Cuadro 1: Rangos de calificación del PCI**

<b>RANGO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 11	Muy Malo
11 – 0	Fallado

*Fuente: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM D6433-07, 2007)*

#### **2.2.4.1. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO.**

En el cálculo del PCI, Vásquez, (2002) considera lo siguiente:

- La determinación del área por unidad de muestreo: En carreteras con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Pórtland 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”.
- La determinación del número de unidades de muestreo a evaluar: En la evaluación de una red es necesario aplicar un proceso de muestreo. En la evaluación de un proyecto se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación, la cual produce un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95.
- La selección de unidades de muestreo adicionales: la selección de unidades de muestreo adicionales se realiza cuando existe la posibilidad de que se omitan unidades en mal estado o con patologías especiales tal como cruce de línea férrea que ocurren de manera

puntual, por lo que se debe adoptar la unidad adicional para que estas no influyan de manera inapropiada a la unidad que se tomó de forma aleatoria.

- La captura de los datos correspondientes a los daños o fallas del pavimento: Los datos correspondientes a las fallas del pavimento fueron capturados según el Manual de Daños en Vías con Superficie en Concreto de Cemento Portland - “PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)” para obtener un valor del PCI confiable. Estos datos se registraron en el formato de exploración para pavimentos rígidos.

## **2.2.5. TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

### **2.2.5.1. GRIETAS LONGITUDINALES:**

- **Descripción:** Son líneas de rotura que se presentan en el sentido del eje del pavimento, de modo que separa la losa en dos o tres partes.
- **Niveles de severidad:** Según Vásquez, (2002) la severidad se da según el refuerzo en las losas.

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

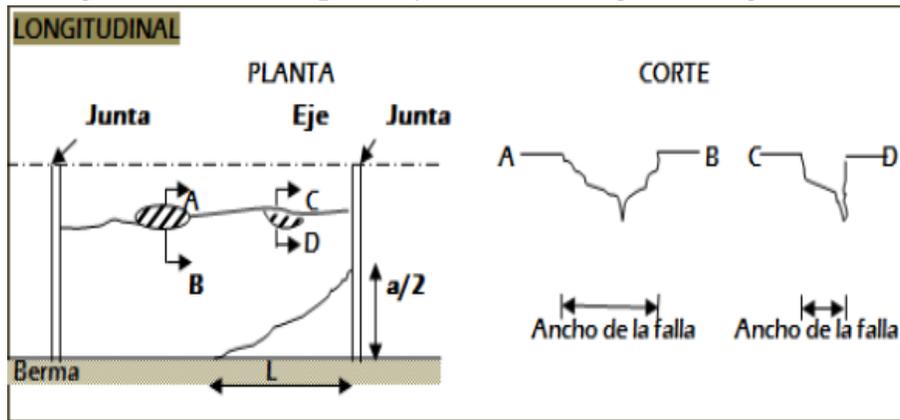
- **Bajo (L):** Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- **Medio (M):** Existe una de las siguientes tres condiciones:
  1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
  2. Grieta no sellada de ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
  3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- **Alto (H):** Existe una de las siguientes dos condiciones:
  1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
  2. Grieta sellada o no, de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

#### **Losas con refuerzo:**

- **Bajo (L):** Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- **Medio (M):** Existe una de las siguientes tres condiciones:
  1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.

2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
  3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.
- **Alto (H):** Existe una de las siguientes dos condiciones:
1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.
  2. Grieta sellada o no de cualquier ancho, con escala mayor que 10.0 mm.
- **Imagen referencial:**

**Figura 12: Vista en planta y corte de una grieta longitudinal.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009).*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009) las principales causas son:
  - ✓ Por combinación de la repetición de las cargas de tránsito.
  - ✓ Alabeo por variación de la temperatura y la humedad.
  - ✓ Pérdida de apoyo en los bordes longitudinales.
  - ✓ Asentamiento de la subbase.
  - ✓ Losa de ancho excesivo.
  - ✓ Carencia de una junta longitudinal.
  - ✓ Mal posicionamiento de dovelas y/o barras de anclaje.
  - ✓ Aserrado tardío de la junta.
- **Evaluación:** 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” o “grietas en bloque”. La longitud de la grieta se mide

en metros. Si la longitud de las losas es mayor a 9.10 m, se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición. (Vásquez, 2002)

- **Opciones de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - **BAJO (L):** No se hace nada o un sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
  - **MEDIO (M):** Sellado de grietas.
  - **ALTO (H):** Sellado de grietas, parcheo profundo o un reemplazo de la losa.

#### **2.2.5.2. GRIETAS TRANSVERSALES Y/O DIAGONALES:**

- **Descripción:** Son grietas perpendiculares u oblicuas al eje del pavimento, de modo que separa la losa en dos o tres partes.
- **Niveles de severidad:** Según (Vásquez, 2002) la severidad se da según el refuerzo en las losas.

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

- **Bajo (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.
- **Medio (M):** Existe una de las siguientes tres condiciones:
  1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.
  2. Grieta no sellada de ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.
  3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.
- **Alto (H):** Existe una de las siguientes dos condiciones:
  1. Grieta no sellada con ancho mayor que 51.0 mm.
  2. Grieta sellada o no, de cualquier ancho con escala mayor que 10.0 mm.

##### **Losas con refuerzo:**

- **Bajo (L):** Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.
- **Medio (M):** Existe una de las siguientes tres condiciones:
  1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.
  2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.

3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.

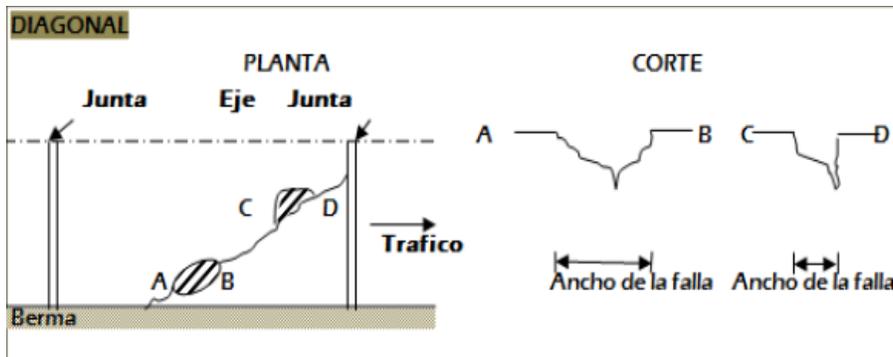
➤ **Alto (H):** Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.

2. Grieta sellada o no de cualquier ancho, con escala mayor que 10.0 mm.

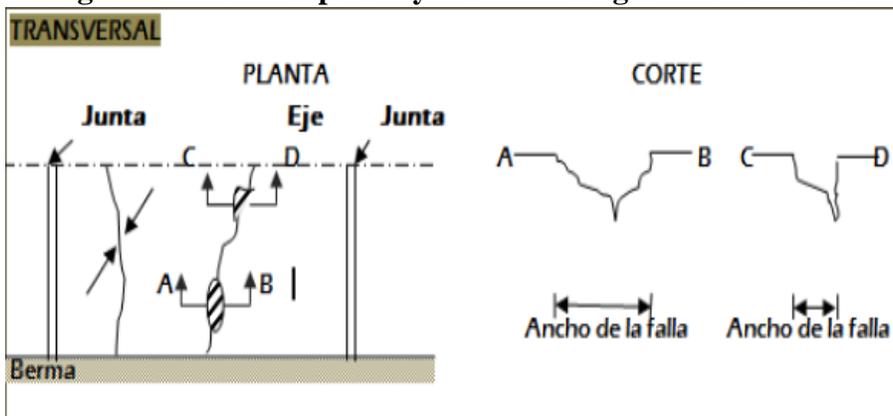
• **Imagen referencial:**

**Figura 13: Vista en planta y corte de una grieta diagonal.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009).*

**Figura 14: Vista en planta y corte de una grieta transversal.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009).*

• **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009) las principales causas son:

➤ Por combinación de la repetición de las cargas de tránsito.

➤ Alabeo por variación de la temperatura y la humedad.

➤ Pérdida de apoyo en los bordes longitudinales.

➤ Asentamiento de la subbase.

➤ Losa de longitud excesivo.

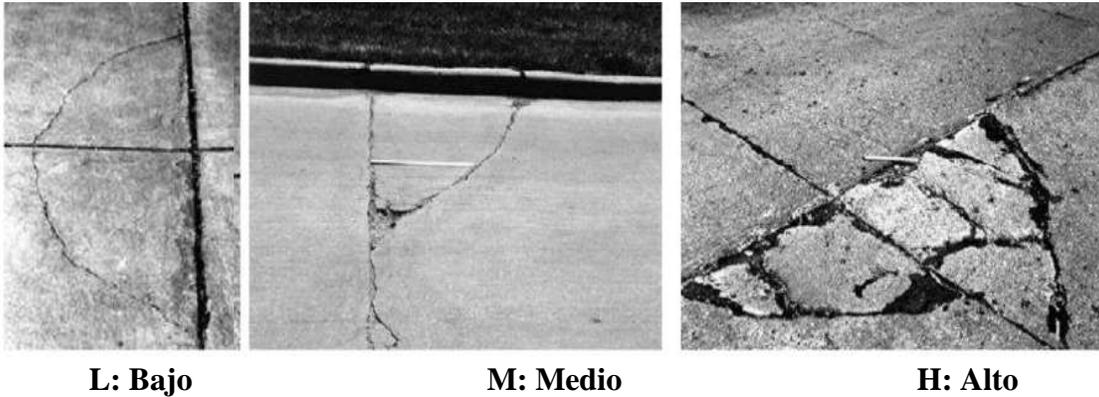
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente
- Problemas de drenaje.
- **Evaluación:** Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como “losas divididas” o “grietas en bloque”. (Vásquez, 2002)
- **Opciones de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder.
  - **BAJO (L):** No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
  - **MEDIO (M):** Sellado de grietas.
  - **ALTO (H):** Sellado de grietas. Parcheo

#### 2.2.5.3. GRIETA DE ESQUINA:

- **Descripción:** 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. Una grieta de esquina se diferencia de un descascamiento 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.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - L: La grieta es de baja severidad si tiene un ancho menor a 13 mm, o cualquier fisura rellenada en forma eficiente, sin deterioro. El área entre la fractura y las juntas puede estar no fisurada o ligeramente fisurada.
  - M: La grieta es de mediana severidad si tiene un ancho mayor a 13 mm y menor a 50 mm, una fisura sin relleno de ancho menor a 50 mm con deterioro menor a 10 mm, o cualquier fisura con relleno y con deterioro menor a 10 mm.
  - H: La grieta es de alta severidad si el área entre la fractura y las juntas está severamente fisurada. Puede ser una fisura sin relleno de ancho mayor a 50 mm, o cualquier fisura con o sin relleno con deterioro mayor a 10 mm.

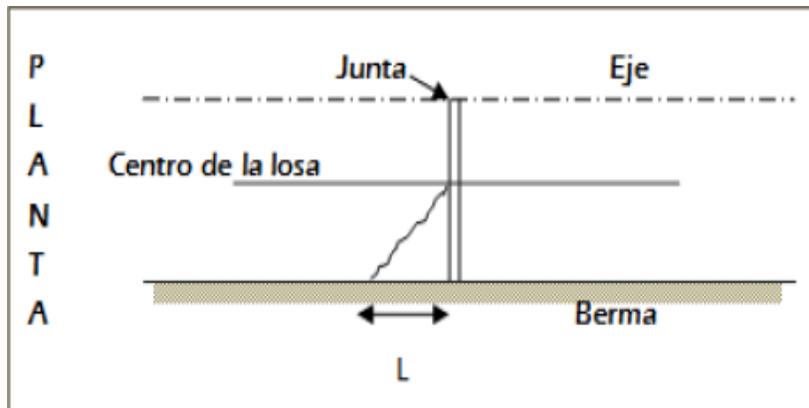
- **Imagen referencial:**

**Figura 15: Imagen referencial grieta de esquina.**



*Fuente: ASTM D6433-03*

**Figura 16: Vista en planta de grieta de esquina.**



*Fuente: Recuperado Castillo y Romero (2009), pág. 37*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas son:
  - Repetición de cargas combinadas con la pérdida de soporte.
  - Alabeo térmico.
  - Asentamiento de la base y/o subrasante.
  - Deficiente transferencia de cargas entre las losas adyacentes y humedad en los bordes de la losa.
  - Sobrecargas en las esquinas.
  - En tiempo cálido, cuando la junta transversal no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa causando un movimiento hacia arriba en los bordes de la losa o una fragmentación en la vecindad de la junta.

- **Evaluación:** La losa dañada se registra como una losa si se cumple:
  - Sólo tiene una grieta de esquina.
  - Contiene más de una grieta de una severidad particular.
  - 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:** Según el grado de severidad se puede proceder
  - **BAJO (L):** No se hace nada o se procede con un sellado de grietas de más de 3 mm.
  - **MEDIO (M):** Sellado de grietas o un parcheo profundo.
  - **ALTO (H):** Parcheo profundo.

#### 2.2.5.4. GRIETA DE DURABILIDAD “D”:

- **Descripción:** 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”.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - 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.
    - ✓ 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.
    - ✓ 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.

- **Imagen referencial:**

**Figura 17: Imagen referencial grieta de durabilidad “D”.**



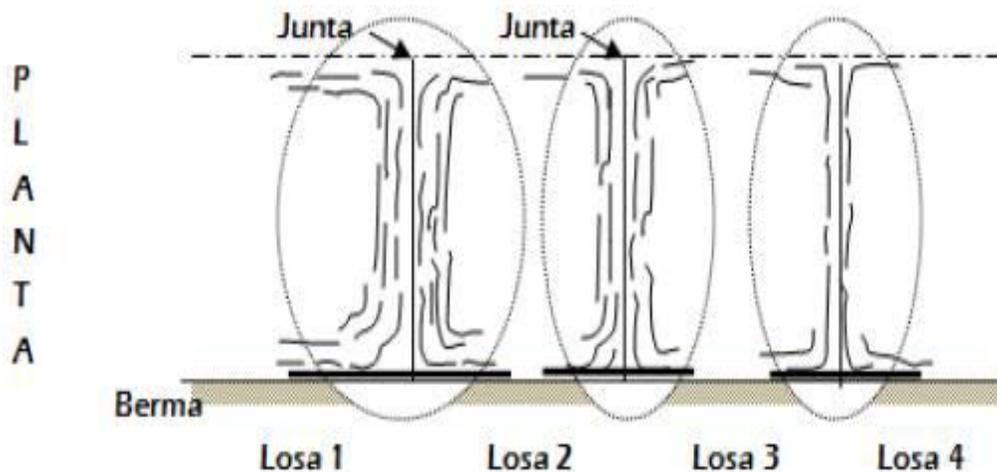
**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

*Fuente: ASTM D6433-03*

**Figura 18: Vista en planta grieta de durabilidad “D”.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 40*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), son:
  - Reactividad álcali-sílice de los agregados que conforman el hormigón, cuando estos se expanden debido al congelamiento y descongelamiento.
  - Humedecimiento excesivo en el borde de los pavimentos.
- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - **BAJO (L):** No se hace nada o se procede con un sellado de grietas de más de 3 mm.
  - **MEDIO (M):** Parcheo profundo o reconstrucción de juntas.
  - **ALTO (H):** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

#### 2.2.5.5. LOSA DIVIDIDA O GRIETAS EN BLOQUE:

- **Descripción:** La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos. 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:** (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)

**Cuadro 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
Bajo (L)	L	L	M
Medio (M)	M	M	H
Alto (H)	M	M	H

*Fuente. Adaptado de ASTM D6433-03.*

- **Imagen referencial:**

**Figura 19: Imagen referencial grieta de esquina.**



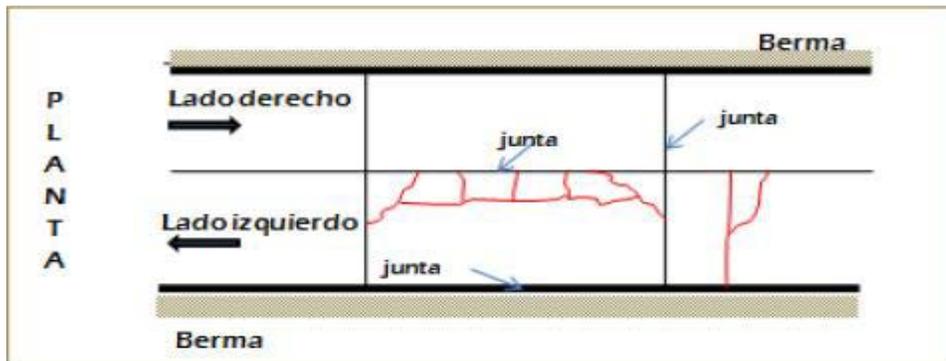
**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

*Fuente: ASTM D6433-03*

**Figura 20: Vista en planta de grieta de esquina.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 42*

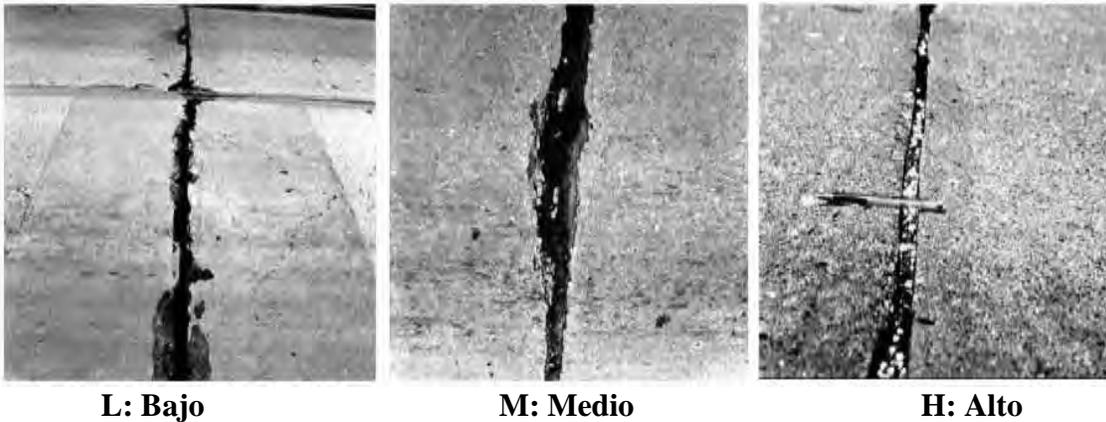
- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas de la losa dividida o fracturación múltiple son.
  - Carga de tráfico muy alta.
  - Mala ubicación de las dovelas.
  - Corrosión de los pasadores.
  - Diámetros de barras muy pequeñas.
- **Evaluación:** Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.
- **Opciones de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder
  - L: No se hace nada o se procede con un sellado de grietas de más de 3 mm.
  - M: Reemplazo de la losa.
  - H: Reemplazo de la losa.

#### **2.2.5.6. DETERIORO 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.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - 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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 21: Daño del sello de la junta.**



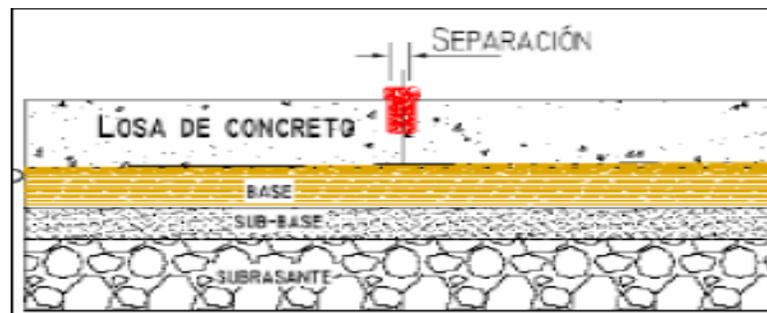
**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

*Fuente: ASTM D6433-03*

**Figura 22: Pérdida progresiva del sello, en ausencia de la tirilla de respaldo.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 48*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas del deterioro del sello son:
  - ✓ Desprendimiento del sellante de la junta.
  - ✓ Extrusión del sellante.
  - ✓ Sellador deficiente (mal colocado o producto de mala calidad).
  - ✓ Crecimiento de vegetación.
  - ✓ Endurecimiento del material llenante (oxidación).
  - ✓ Pérdida de adherencia con los bordes de la losa.
  - ✓ Falta o ausencia del sellante en la junta.

- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder.
  - L: No se hace nada.
  - M: Fresado Resellado de juntas.
  - H: Resellado de juntas.

### 2.2.5.7. 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.
- **Niveles de severidad:** (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)

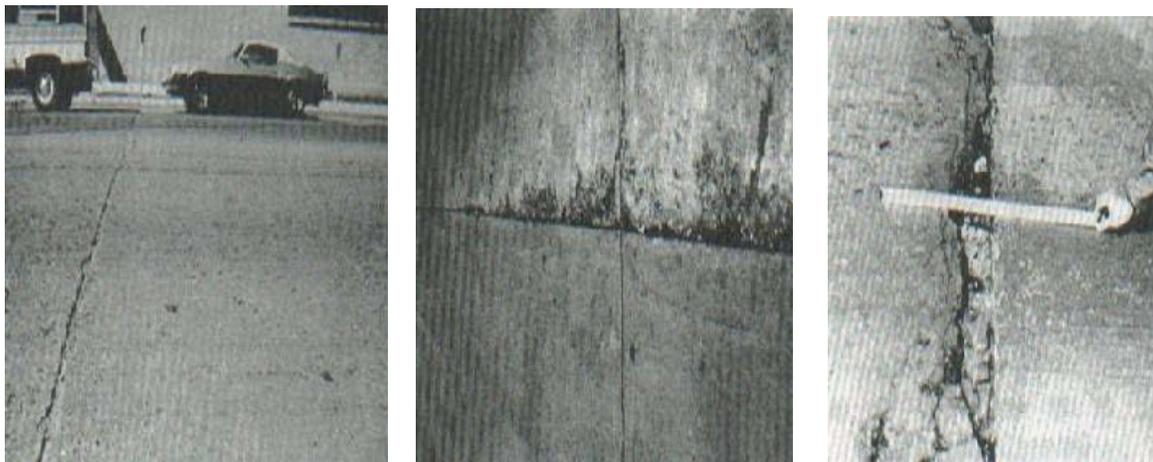
**Cuadro 3: Niveles de severidad del Descascaramiento de Junta.**

Fragmento del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 mm	>0.6 mm
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	<102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25 mm	<102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría o todos los fragmentos han sido removidos.	<102 mm	L	M
	>102 mm	M	H

*Fuente: Manual de Daños en Vías con Superficie en Concreto de Cemento Portland - "PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)", 2002.*

- **Imagen referencial:**

**Figura 23: Falla por Descascaramiento de Junta.**



**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Posibles causas:** Se puede presentar por las siguientes causas:
  - Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
  - Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.
- **Evaluación:** 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 de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada.
  - M: Parcheo parcial.
  - H: Parcheo parcial o reconstrucción de la junta.

### 2.2.5.8. 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.
- **Niveles de severidad:** No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes.
- **Imagen referencial:**

**Figura 24: Grieta por retracción.**



*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Posibles causas:** Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.
- **Evaluación:** Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.

### 2.2.5.9. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA.

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

- **Niveles de severidad:** (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)

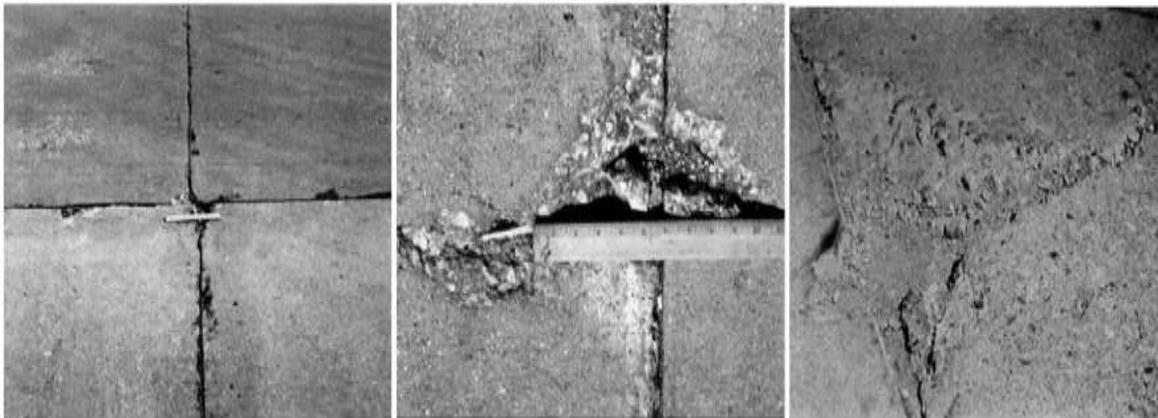
**Cuadro 4: Niveles de severidad para los Descascaramiento de esquina.**

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 25.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

*Fuente: Manual de Daños en Vías con Superficie en Concreto de Cemento Portland - "PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)", 2002.*

- **Imagen referencial:**

**Figura 25: Falla por Descascaramiento de esquina.**



**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

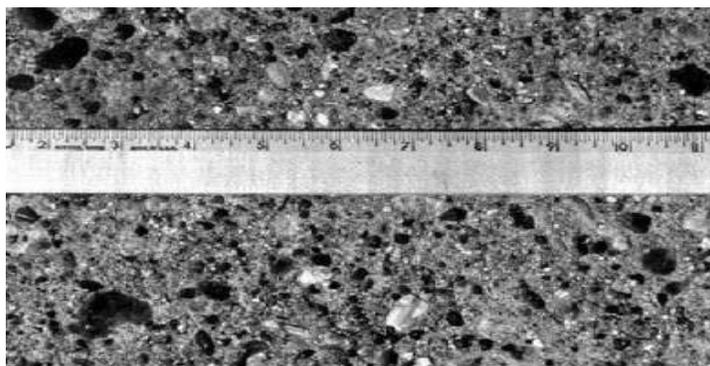
*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada.
  - M: Parcheo parcial.
  - H: Parcheo parcial.

#### 2.2.5.10. PULIMENTO DE AGREGADOS.

- **Descripción:** 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.
- **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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 26:**Pulimiento de agregado.



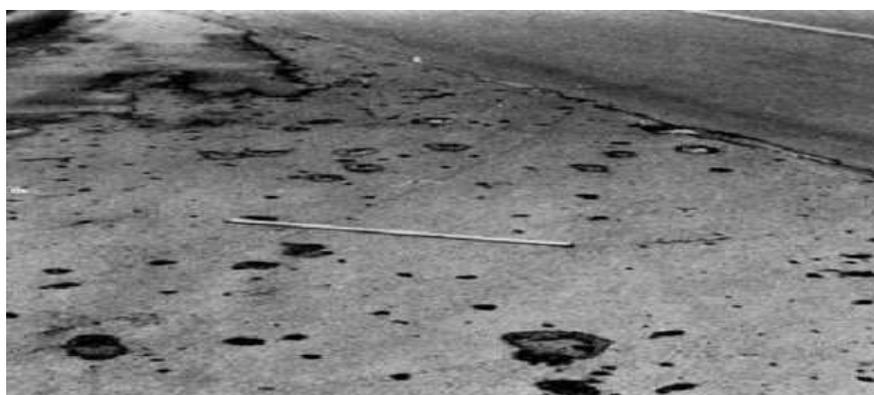
*Fuente: ASTM D6433-03*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas de pulimento de superficie son:
  - Tránsito que produce el desgaste superficial de los agregados.
  - Exceso de mortero por mucha vibración o mala dosificación.
  - Por acción combinada del tránsito con ciclos de hielo y deshielo.
  - Mala terminación superficial del concreto.
  - Concreto mal dosificado o de mala calidad.
- **Evaluación:** Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.
- **Opciones de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder.
  - Ranurado de la superficie o una sobrecarpeta.

### 2.2.5.11. POPOUTS.

- **Descripción:** Es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. 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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 27: Popouts.**



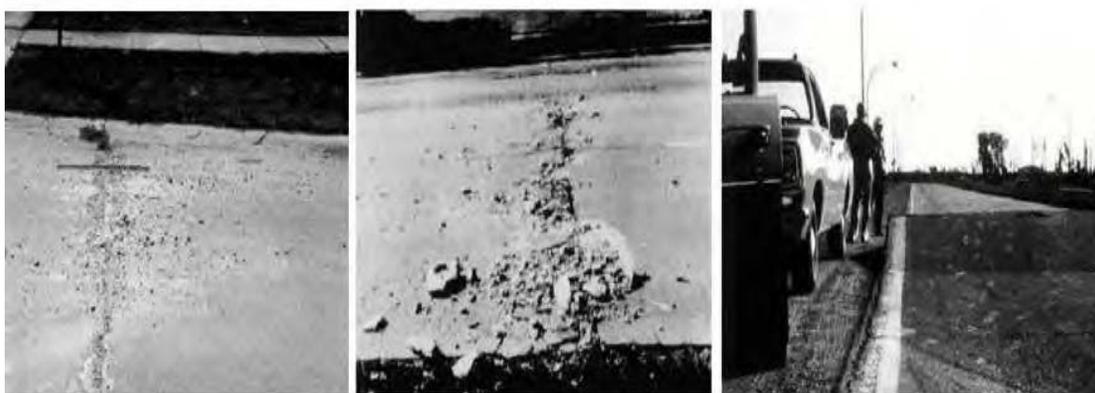
*Fuente: ASTM D6433-03*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas de desintegración son:
  - Mala dosificación del concreto, concreto pobre y/o con exceso de mortero.
  - Agregados de inapropiada granulometría.
  - Material inapropiado en el interior del concreto tal como terrones de arcilla o cal viva.
  - Proceso constructivo inadecuado.
  - En climas fríos, acción combinada del tránsito con ciclos de hielo y deshielo.
- **Evaluación:** 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:** No se hace nada.

### 2.2.5.12. BLOWUP – BUCKLING.

- **Descripción:** Sobreelevación de la superficie del pavimento, localizadas generalmente en zonas contiguas a una junta o grieta acompañada de rotura del concreto en esa zona. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos. Suceden en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - 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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 28: Imagen referencial Blow up – Buckling.**



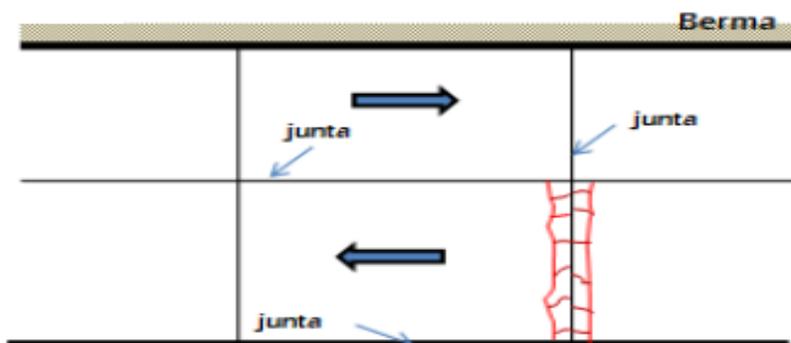
**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

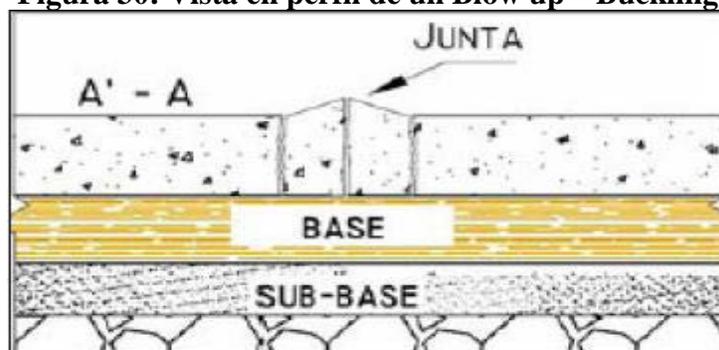
*Fuente: ASTM D6433-03.*

**Figura 29: Vista en planta de un Blow up – Buckling.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 64*

**Figura 30: Vista en perfil de un Blow up – Buckling.**



Fuente: *Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 64*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas de Blow Up (Levantamiento localizado) son:
  - Mala colocación de barras de transferencia.
  - Presencia de un estrato de suelo expansivo a poca profundidad.
  - Infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta.
  - En tiempo cálido, cuando la junta transversal no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa causando un movimiento hacia arriba en los bordes de la losa o una fragmentación en la vecindad de la junta.
- **Evaluación:** 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 o parcheo profundo o parcial.
  - M: Parcheo profundo o reemplazo de la losa.
  - H: Parcheo profundo o reemplazo de la losa.

#### 2.2.5.13. ESCALA.

- **Descripción:** Es la diferencia de nivel a través de la junta.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - L: Diferencia en elevación 3 a 10 mm
  - M: Diferencia en elevación 10 a 19 mm
  - H: Diferencia en elevación mayor que 19 mm

- **Imagen referencial:**

**Figura 31: Imagen referencial falla a escala.**



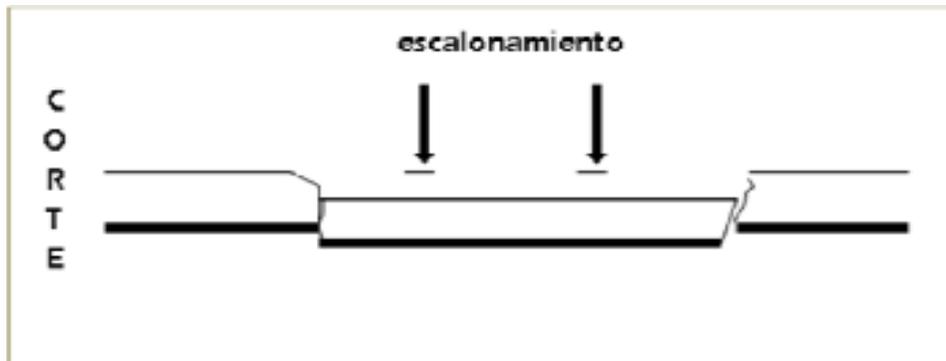
**L: Bajo**

**M: Medio**

**H: Alto**

*Fuente: ASTM D6433-03*

**Figura 32: Vista en corte de falla a escala.**



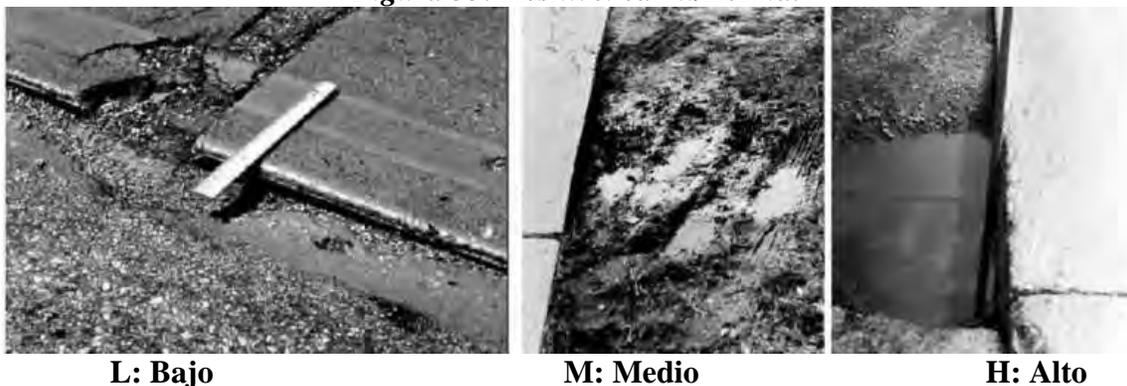
*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 67*

- **Posibles causas:** Según (Vásquez, 2002), las causas comunes que la originan son:
  - Asentamiento debido a una fundación blanda.
  - Bombeo o erosión del material debajo de la losa.
  - Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad.
- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada o un fresado.
  - M: Fresado.
  - H: Fresado.

#### 2.2.5.14. DESNIVEL CARRIL / BERMA:

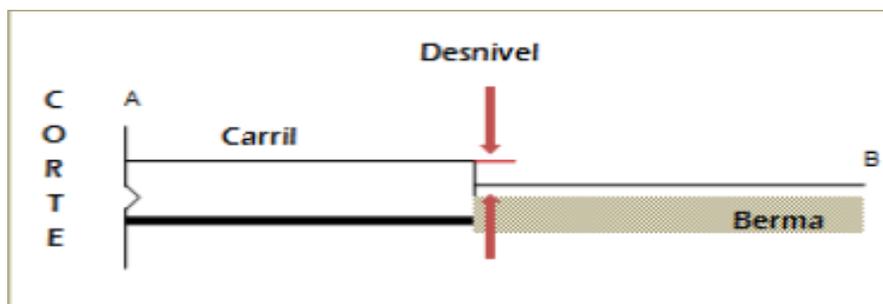
- **Descripción:** Es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - L: La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.
  - M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.
  - H: La diferencia de niveles es mayor que 102.0 mm.
- **Imagen referencial:**

*Figura 33: Desnivel carril/Berma.*



*Fuente: ASTM D6433-03.*

**Figura 34: Vista en perfil del Desnivel carril/ Berma.**



*Fuente: Recuperado de Castillo y Romero (2009), pág. 69*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas Desnivel Carril / Berma son:
  - Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
  - Descompactación producida por la penetración de la helada en suelos.
  - Erosión de la capa superficial por agua.

- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.
  - M: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.
  - H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

### 2.2.5.15. HUNDIMIENTO (PUNZONAMIENTO):

- **Descripción:** Descenso de la superficie del pavimento en un área localizada, acompañado de agrietamiento significativo debido al asentamiento de losas.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**

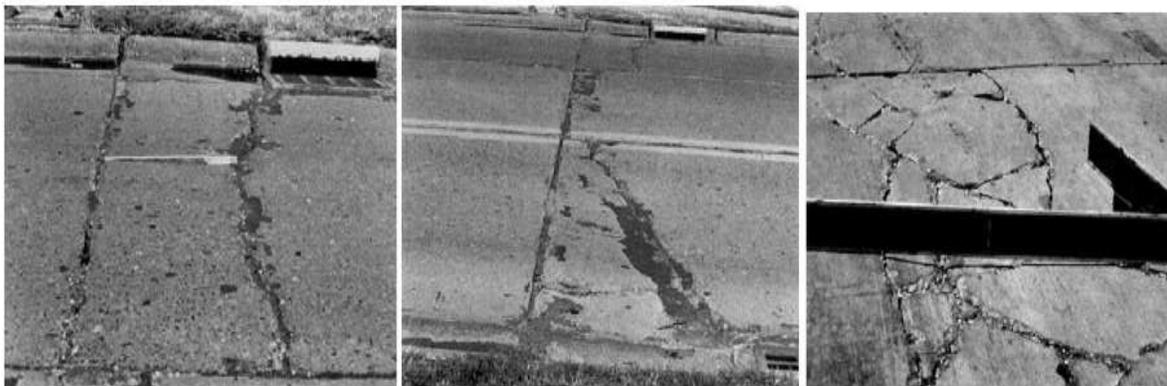
**Cuadro 5: Niveles de severidad para Punzonamiento.**

Severidad de la mayoría de las grietas	Número de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
Bajo (L)	L	L	M
Medio (M)	L	M	H
Alto (H)	M	H	H

*Fuente: Manual de Daños en Vías con Superficie en Concreto de Cemento Portland - "PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)", 2002.*

- **Imagen referencial:**

**Figura 35: Falla por Punzonamiento.**



*BAJO*

*MEDIO*

*ALTO*

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo y Romero (2009), las principales causas de hundimientos y/o asentamientos son:
  - Deficiente compactación inicial o por movimiento de la propia estructura.
  - Repetición de cargas pesadas.
  - Espesor inadecuado de la losa.
  - Pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto.
- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada o un sellado de grietas.
  - M: Parcheo profundo.
  - H: Parcheo profundo.

#### 2.2.5.16. BOMBEO.

- **Descripción:** Es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas
- **Niveles de severidad:** No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia.
- **Imagen referencial:**

**Figura 36: Manifestaciones de falla por bombeo.**



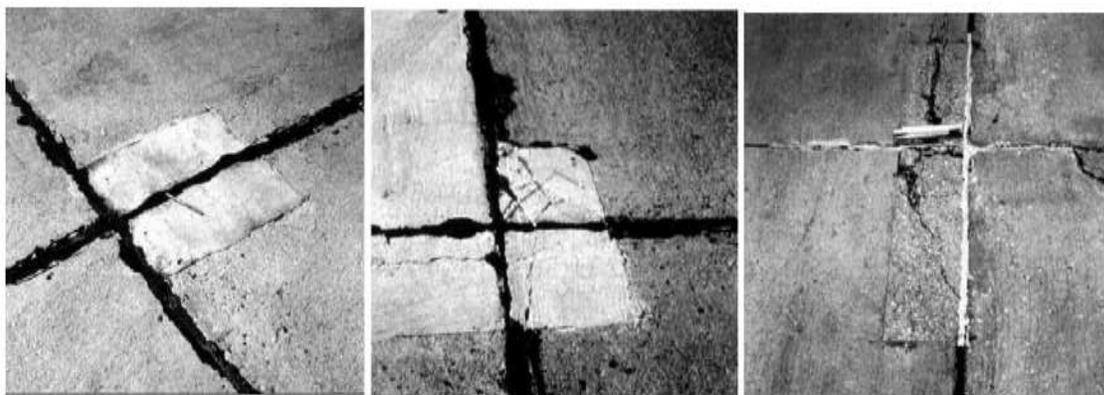
*Fuente: ASTM D6433-03*

- **Posibles causas:** Se origina por la deflexión de la losa debido 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 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.
- **Evaluación:** 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:** En cualquiera de los casos se realiza un sellado de juntas y grietas y una restauración de la transferencia de cargas.

#### 2.2.5.17. 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=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - 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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 37: Falla de Parche pequeño.**



L: Bajo

M: Medio

H: Alto

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Posibles causas:** De acuerdo con Castillo, R. y Romero, K. (2009), son:
  - La retracción del fraguado puede separar el parche de concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión.
  - Insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.
- **Evaluación:** 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.
- **Opciones de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada.
  - M: Reemplazo del parche.
  - H: Reemplazo del parche.

#### 2.2.5.18. PARCHES GRANDES (MAYOR DE 0.45 m<sup>2</sup>) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS.

- **Descripción:** Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - ✓ L: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
  - ✓ M: El parche está 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.
- **Imagen referencial:**

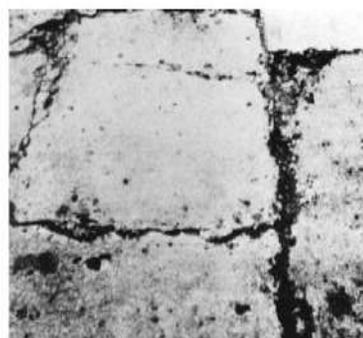
**Figura 38: Falla de Parche grande.**



L: Bajo



M: Medio



H: Alto

*Fuente: ASTM D6433-03*

- **Posibles causas:** 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.
- **Evaluación:** 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 de reparación:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada.
  - M: Reemplazo del parche.
  - H: Reemplazo del parche.

### 2.2.5.19. CRUCE DE VÍA FERREA.

- **Descripción:** Se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.
- **Niveles de severidad: (L=Bajo, M=Medio, H=Alto)**
  - 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.
- **Imagen referencial:**

**Figura 39: Falla por cruce de vía férrea.**



L: Bajo

M: Medio

H: Alto

*Fuente: ASTM D6433-03.*

- **Evaluación:** 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:** Según el grado de severidad se puede proceder:
  - L: No se hace nada.
  - M: Parcheo parcial de la aproximación o reconstrucción del cruce.
  - H: Parcheo parcial de la aproximación o reconstrucción del cruce.

### **2.2.6. CUANTIFICACIÓN DE FALLAS.**

Bernaola, (2014) manifiesta que las fallas visibles deben ser cuantificadas de acuerdo a los siguientes parámetros: tipo, severidad y extensión. El tipo se refiere a que, si son fallas funcionales o estructurales, la severidad queda definida por la apariencia de la falla expresada en porcentaje, en unidades de longitud por una descripción comparativa, o por una combinación de ellas, puede ser alta, media o baja. La extensión se expresa en orden de magnitud o en porcentaje de las juntas, del número de paños o de la longitud de la vía afectada.

#### **2.2.6.1. FALLAS FUNCIONALES.**

Son leves relativamente, cuando un pavimento ha perdido su función inicial o asignada de antemano, se acepta que tiene falla funcional; generalmente está localizada en la capa superficial del pavimento y causa cierta incomodidad en los pasajeros que transitan la vialidad. Pueden detectarse por simple observación visual. Entre las principales fallas funcionales tenemos: escalonamiento que es la principal causa de la rugosidad, superficie pulida, baches pequeños, fisuramiento por retracción, desintegración, etc. (Bernaola, 2014)

#### **2.2.6.2. FALLAS ESTRUCTURALES.**

Pueden originarse en una o varias capas del pavimento, son graves, consisten en el rompimiento del pavimento por la falla estructural de alguna o varias de sus capas o por la incapacidad del suelo que lo soporta. Estos deterioros cuando están muy avanzados, imposibilitan al pavimento para resistir las cargas que se le imponen en la superficie. Aunque estas fallas pueden detectarse por observación visual, siempre es necesario auxiliarse con

ensayos destructivos y/o no destructivos para cuantificar la magnitud de los daños para poder proponer soluciones técnicas racionales y económicas. Entre las principales fallas estructurales tenemos: grietas (longitudinal, transversal, de esquina), Punzonamiento, Blow Up, agrietamiento de durabilidad “D”, etc. Muchas de estas fallas no son provocadas por la acción del tránsito sino por otras causas como son: malas técnicas de construcción, agrietamiento por baja temperatura, etc. No obstante, la acción del tráfico acelera el proceso de deterioro. (Bernaola, 2014)

### **2.2.6.3. CLASIFICACIÓN DE FALLAS.**

Los diversos tipos de fallas registrados en el proceso de desarrollo de la metodología del PCI, se clasifican en dos grandes grupos como son las fallas Funcionales y Estructurales:

- **Fallas Estructurales:** (Grietas longitudinales, grietas transversales y/o diagonales, grietas de esquina, grietas de durabilidad "d", grietas en bloque).
  
- **Fallas Funcionales:** (Deterioro de sello, descascaramiento de juntas, grietas de retracción y descamación, descascaramiento de esquina, pulimiento de superficie, desintegración, agujeros/popouts, blow up/levantamiento localizado, escala).

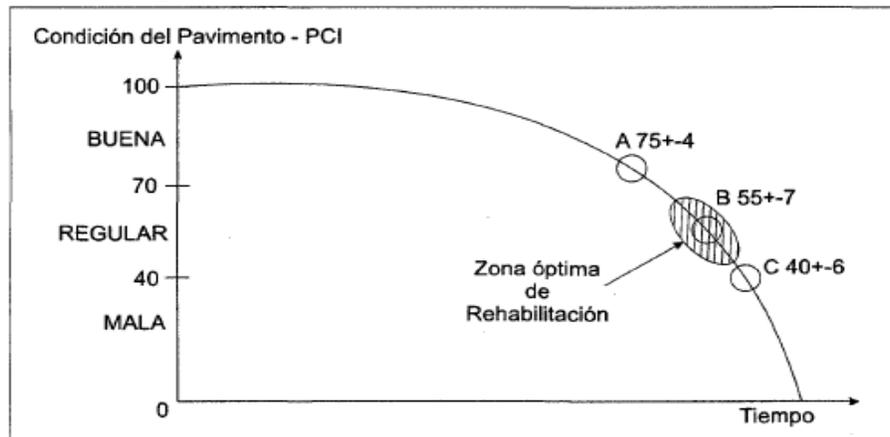
### **2.2.7. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DEL PAVIMENTO.**

Bernaola, (2014), manifiesta que después de haber analizado toda la información referente al estado del pavimento, se procede a determinar el tipo de trabajo que requiere la estructura, para lo cual tenemos las siguientes alternativas según se dispone para la metodología aplicada.

#### **2.2.7.1. DETERIORO DEL PAVIMENTO.**

Los pavimentos muestran distintas relaciones deterioro-tiempo de acuerdo con la combinación particular de los distintos factores involucrados en el mecanismo de deterioro. La figura 41, muestra una curva de deterioro en función del tiempo (o repeticiones de carga). Esta figura ilustra lo que pudiera definirse como una curva normal o típica, en la que se distinguen tres puntos de especial importancia, ellos son:

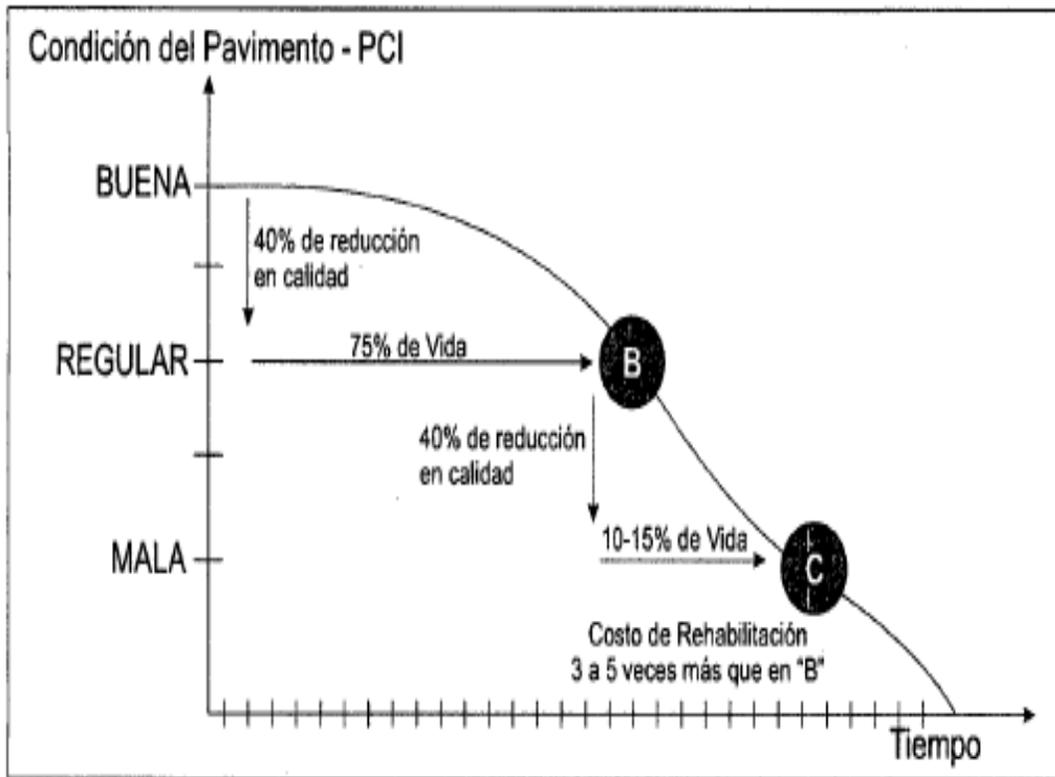
**Figura 40: Curva de deterioro de un pavimento.**



*Fuente: Recuperado de Bernaola, (2014), pág. 117*

- **Punto A:** El pavimento comienza a mostrar síntomas menores de deterioro que requieren el inicio de labores de mantenimiento rutinario menor (sellado de grietas, reparación de huecos entre otros). Las acciones menores correctivas son importantes para controlar el deterioro.
- **Punto B:** El índice de deterioro comienza a crecer rápidamente, puede requerirse algún tipo de acción mayor. Este punto está dentro de la zona denominada "óptima de rehabilitación", en la que inversiones relativamente pequeñas producen grandes beneficios. La estructura del pavimento y su calidad de rodaje no se han deteriorado severamente, el pavimento aún conserva buena parte de su resistencia original, y una adecuada acción de rehabilitación mejorará considerablemente su condición y estructura.
- **Punto C:** La condición del pavimento ha caído en un estado crítico, tanto desde el punto de vista funcional como estructural. En este punto, normalmente, se requieren costosos trabajos de mantenimiento mayor, rehabilitación o reconstrucción. Recientes trabajos y observaciones han generalizado el siguiente concepto: la fase comprendida entre la puesta en servicio de un pavimento nuevo y el punto "B" representa aproximadamente una reducción de 40% de su calidad (de excelente a regular), consumiendo un 75% de la vida del pavimento en términos de repeticiones de cargas (periodo de diseño). Desde este punto, en un 15% del tiempo (referido al periodo de diseño), se produce una reducción adicional del 40% en calidad (de regular a mala), debido al rápido incremento del índice de deterioro, lo que se produce por la acción del tráfico sobre una estructura menos resistente y envejecida.

**Figura 41: Curva de deterioro de un pavimento relación deterioro -costo de rehabilitación.**



*Fuente: Recuperado de Bernaola, (2014), pág. 119*

Como se puede observar en la Figura 40 y 41, se muestra un rápido incremento del deterioro entre los puntos B y C en un corto periodo de tiempo, comparado con la vida total del pavimento. Por otra parte, es generalmente aceptado que la rehabilitación a la condición de óptimo costará de 3 a 5 veces más si se ejecuta cuando su condición cae por debajo de C, si se hace entre B y C, en el Cuadro 6, se muestra el tipo de intervención que se ejecutará de acuerdo al rango de PCI calculado

## 2.2.7.2. TIPOS DE INTERVENCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO.

**Cuadro 6: Intervención en base al rango PCI.**

<b>Índice de Estado de Superficie del Pavimento – Categorías de Acción</b>		
<b>Rango PCI</b>	<b>CATEGORIAS DE ACCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERVENCIÓN A REALIZAR</b>
100 a 85	<b>Excelente</b> Mantenimiento Preventivo o Mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatos; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo.
85 a 70	<b>Muy Bueno</b> Mantenimiento correctivo menor	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.
70 a 55	<b>Buena</b> Mantenimiento correctivo mayor o intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a medio plazo: 1. Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor. 2. Sellado de superficie. 3. Re- encarpado delgado.
55 a 40	<b>Regular</b>	No se propone actividad de mantenimiento alguna.
40 a 25	<b>Pobre</b> Rehabilitación – Refuerzo estructural.	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generación de daños irreversibles.
< 25	<b>Muy Pobre y colapsado</b> Rehabilitación – Reconstrucción.	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente con alto porcentaje de reconstrucción en el corto plazo

*Fuente: (ADAPTADO. Normas Técnicas de Proyecto y Construcción para obras de Vialidades del Estado de Baja California. Mantenimiento de Pavimentos. California, EEUU. 2004).*

### **2.2.7.3. OPCIONES DE MANTENIMIENTOS SEGÚN LA FRECUENCIA.**

(Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010) en la Norma CE 010 explica que aparte de la rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su vida de servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, que se clasifican en términos de su frecuencia:

- A. Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas.
- B. Mantenimiento urgente, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos.
- C. Mantenimiento periódico, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito).re-sellado de juntas. (Ministerio de Vivienda Construcción Saneamiento, 2010).

En la Normativa del (MTC, Manual de Carreteras Conservación Vial, 2014) se establecen tipos de conservación para un mantenimiento periódico de un pavimento rígido:

#### **Conservación de pavimentos rígidos en calzada y bermas.**

- Resellado de juntas en calzada periódica resellado de juntas en bermas.
- Reparación de losas de calzada en espesor total.
- Reparación de losas de bermas en espesor total.
- Microfresado de losas en calzada.
- Microfresado de losas en bermas.
- Reemplazo de losas en calzada.
- Reemplazo de losas en bermas.
- Reemplazo de losas por pavimento flexible en calzada.
- Reemplazo de losas por pavimento flexible en bermas.
- Reconformación de base granular en bermas.

D. Mantenimiento rutinario, es el conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas, principalmente, a labores de limpieza, bacheo y perfilado de la plataforma, roce y limpieza del derecho de vía, limpieza general del sistema de drenaje, mantenimiento de la señalización y elementos de seguridad vial, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. Este tipo de actividades se realizan por la modalidad de ejecución presupuestaria directa o indirecta; siendo que, en este último caso, se sustentarán en términos de referencia formulados en base a los “Estudios de Mantenimiento o Conservación Vial por Niveles de Servicio” o en “Criterios Básicos de Ingeniería”, previamente aprobados. el mantenimiento rutinario consiste en la remoción de todo material extraño de la calzada y de las bermas, con herramientas manuales, de tal manera que permanezca libre de obstáculos, basuras y demás objetos que caigan y/o sean arrojados en ella. El objetivo es mantener la plataforma libre de materiales sueltos que serían nocivos a la calidad de la vía. (MTC, Manual de Carreteras Conservación Vial, 2014) Estos materiales son de dos categorías:

- Materiales ajenos la superficie, que rápidamente contaminarían la capa de rodadura: arcillas, lodo, tierra vegetal, vegetación, excrementos animales, basuras, desechos orgánicos.
- Materiales que podrán dañar a los vehículos: vidrios, fierros, piedras, ramas materiales acumulados varios y cualquier obstáculo extraño, que puedan afectar la seguridad de los usuarios de la vía.

#### **Conservación de pavimentos rígidos en calzada y bermas.**

- Sellado de fisuras y grietas en calzada.
- Sellado de fisuras y grietas en bermas.
- Reparación de losas de calzada en espesor parcial.
- Reparación de losas de bermas en espesor parcial.
- Bacheo de bermas en material granular.
- Nivelación de bermas en material granular.

### 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Pavimento Rígido:** Pavimento construido en concreto, especialmente diseñado para soportar esfuerzos a flexión.
- **Fallas del Pavimento:** Es aquella lesión o daño sufrido por algún elemento, material o estructura. Las lesiones o fallas son causadas por factores mecánicos, atmosféricos, deficiencias en su construcción, o una combinación de estas.
- **Sección de Pavimento:** Es un área dentro del pavimento que presenta una construcción uniforme y continua, mantenimiento, historial de uso y condiciones uniformes. Una sección también debe tener el mismo volumen de tránsito e intensidad de carga.
- **Índice de Condición de pavimento (PCI):** Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor.
- **Grado de la Condición del Pavimento:** Es una descripción verbal de la condición del pavimento en función al valor del PCI, varía de malo a excelente.
- **Unidad de Muestra del Pavimento:** Es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño. Para pavimentos de hormigón (PCC), se constituye de 20 losas continuas (+/-) 8 si el total de losas de la sección no es divisible por 20, o para ajustar condiciones de campo específicas.
- **Nivel de Severidad:** Se refiere al grado de daño del pavimento, en el formato de exploración de condición, se asignará a cada daño un nivel de severidad (L=Bajo, M=Medio, H=Alto).
- **Mantenimiento de pavimentos:** Es el conjunto de tareas de limpieza, remplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una vía, para asegurar su buen funcionamiento y la prolongación de vida de servicio (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento 2010).

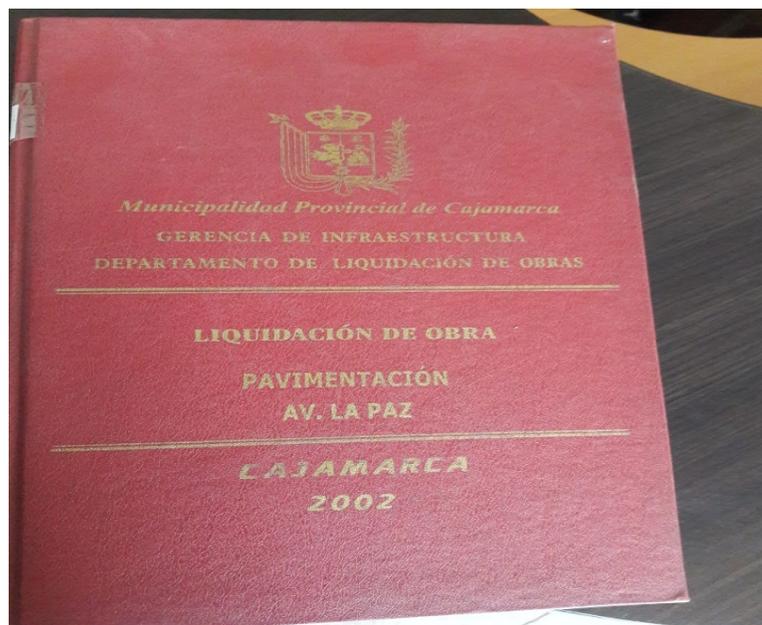
## **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS:**

### **3.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO:**

La sección de vía analizada fue tomada del proyecto “Pavimentación Av. La paz”, dicha obra fue ejecutada en el año 2001 por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, se ubicó en los barrios de Miraflores, Aranjuez y Mollepampa sectores 10 y 11 de la ciudad, la construcción de esta vía se realizó desde la Av. Argentina hasta el Jr. Cuzco.

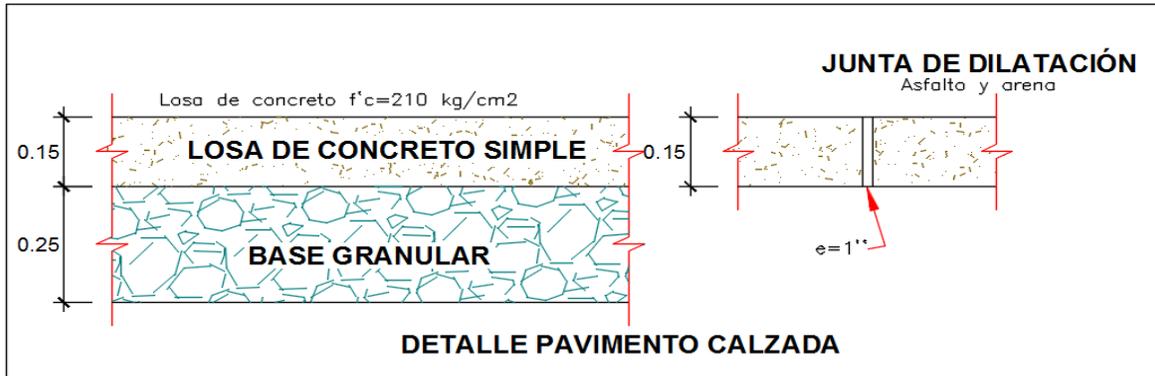
El proyecto comprendió básicamente la pavimentación y construcción de obras de arte en una longitud de 1445.30m, se usó un pavimento de concreto simple, con una losa de 15 cm de espesor y un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , la dosificación en volumen fue de cemento: arena gruesa: piedra chancada = 1:1.75:2, las bermas fueron empedradas, hechas con piedra de canto rodado, un concreto de  $f'c=175\text{ kg/cm}^2$  y un espesor de 15cm, en las cunetas y en sus sardineles de estas se usó un concreto de  $f'c=140\text{ kg/cm}^2$  con una dosificación en volumen C:A:G = 1:2:4, las juntas de dilatación entre cada paño están hechas con una combinación de asfalto y arena y tienen un espesor de 1”, además la losa de concreto está apoyada sobre una base granular de 25 cm de espesor.

**Figura 42: Expediente de liquidación de obra “Pavimentación Av. La Paz”**



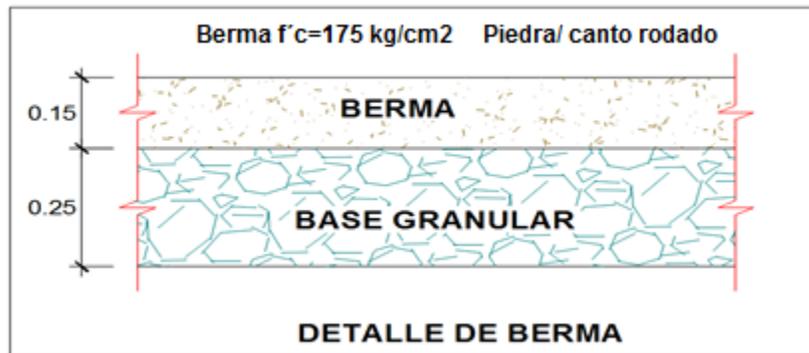
*Fuente: Obtenido del departamento de Liquidación de Obras, Gerencia de Infraestructura, de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.*

**Figura 43: Detalle del pavimento en la Av. La paz.**



*Fuente: Adaptado del Expediente Técnico "Pavimentación Av. La Paz".*

**Figura 44: Detalle de berma.**



*Fuente: Adaptado del Expediente Técnico "Pavimentación Av. La Paz".*

### 3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

La presente tesis de investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, el punto inicial del tramo evaluado fue la intersección de la Av. Argentina con la Av. La Paz, y el punto final se ubicó en la intersección de la Av. Héroes del Cenepa con la Av. La Paz, en el ANEXO 05, se muestra el plano de ubicación de la sección de vía analizada.

**Cuadro 7: Coordenadas de inicio y fin de la vía evaluada.**

PUNTO	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD	
INICIAL	775440.76	9206518.40	7°10'18.12''N	78°30'20.52''W	2658.20
FINAL	776157.78	9205540.22	7°10'22.92''N	78°30'21.59''W	2659.00

*Fuente: Elaboración Propia.*

- Datum : World Geodesic System, Datum 1984-WGS84.
- Proyección : Universal Transversal Mercator – UTM.
- Sistema de Coordenadas : Planas.
- Zona UTM : 17S.
- Cuadrícula : M.

### 3.3. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.

El estudio de investigación se realizó durante los meses de mayo del 2019 a agosto del 2019, donde se evaluó todas las fallas presentes en el pavimento.

### 3.4. MATERIALES E INSTRUMENTOS.

- **Plano de la sección de la vía:** Plano donde se visualizará la red de pavimento que será evaluada.
- **Hoja de inspección:** Documento donde se registra la información obtenida durante el proceso de inspección visual, por ejemplo: fecha, ubicación, tipo de falla, severidad, cantidad, cálculo del PCI etc.
- **Wincha de 50 m:** Utilizado para medir grandes distancias.
- **Wincha de 5 m:** Utilizado para medir distancias pequeñas.
- **Regla de metal:** Para medir depresiones en el pavimento, tomando a la regla como línea de referencia.
- **Cordel:** Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento.
- **Conos de seguridad vial:** Para aislar el área del pavimento en estudio, ya que la zona presenta un alto tráfico vehicular.
- **Manual de daños del PCI:** Manual que contiene los distintos tipos de fallas en pavimentos rígidos.
- **Cámara fotográfica:** Para el registro de imágenes.
- **Esmalte:** Para marcar las unidades de muestra.
- **Estación Total:** Se utilizó una Estación Leica TS02 5” Plus, ya que por su fácil manejo resultó idóneo para el trabajo.

### 3.5. DATOS DE LA VÍA.

En la presente tesis sólo se tomó un segmento de la avenida La Paz, comprendido entre la Av. Argentina y Av. Los Héroes del Cenepa, este segmento de vía está constituido por una calzada con dos carriles de circulación.

Descripción del tramo:

**Cuadro 8: Características del tramo estudiado.**

<b>CARACTERISTICAS DEL TRAMO</b>	
Número de Carriles.	2
Ancho de Carril Promedio (m).	3.60
Longitud del Tramo (m).	1269.70

*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.6. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EMPLEANDO LA METODOLOGÍA DEL PCI.

La metodología del PCI para la evaluación de pavimentos rígidos se puede resumir en los siguientes pasos.

- Se recorrió la vía en un vehículo estándar a la máxima velocidad permitida para una zona urbana.
- Se seleccionó dentro del tramo de la vía estudiada, secciones que representen la condición promedio del pavimento en todo el tramo.
- Los datos obtenidos en campo se registraron en el formato de exploración de condición del pavimento presentado en el Figura 45.
- Finalmente, se determinó el valor del PCI de cada sección y del tramo de la vía estudiada.
- Una vez obtenido el valor del PCI y la clasificación, se procede a determinar el tipo de intervención según el cuadro 6.

A continuación, se describe el procedimiento detallado de la metodología de evaluación para pavimentos rígidos, la selección de las secciones y medición de los tipos de fallas, se realizó según lo descrito por el Manual de Daños PCI.

### 3.6.1. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES DE MUESTREO A SER INSPECCIONADAS.

El primer paso en la evaluación de un proyecto, es la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser inspeccionado para obtener una adecuada estimación estadística (95% de confianza) del PCI de la sección. (Shahin, M. Y, "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Springer Science + Bussiness Media. LLC. Segunda edición.2005). Este número mínimo, es determinado por medio de la Ecuación 1:

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

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%)

σ = Desviación estándar del PCI de una unidad de muestra a otra de la sección.

Cuando se realiza la inspección inicial se considera una desviación estándar (σ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto. (Shahin, M. Y, "Pavement Management for Aiports Roads anad Parkink Lots". Springer Science + Bussiness Media. LLC. Segunda edición. 2005).

### 3.6.2. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO A SER INSPECCIONADAS.

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, utilizando para ello la Técnica del muestro sistemático aleatorio” tal como se describe a continuación:

i. El intervalo de muestreo (i), es determinado por la ecuación 2:

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

Donde:

N= Número total de unidades de muestra en la sección.

$n$  = Número mínimo de unidades a ser inspeccionadas.

$i$  = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.70 se redondea a 3.00).

- ii. La primera unidad de muestra a ser es seleccionada al azar de las unidades de muestra 1 hasta la  $i$ . Por ejemplo, si  $i = 3$ , la unidad de muestra a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.
- iii. Las unidades de muestra para la inspección se identifican como “ $s$ ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2 i$ ”, etc. Si la primera unidad seleccionada es 2, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 5, 8, 11, 14, etc.

### **3.6.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTRA PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.**

Luego de culminar la etapa de campo, la información recogida se utiliza para el cálculo del Índice de Condición del pavimento (PCI). El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad.

Detallándose los siguientes pasos:

#### **Paso 1:** Determinación de los valores deducidos (VD)

- i. Se contabiliza el número de losas en las cuales se presenta cada combinación del tipo de daño y nivel de severidad en el formato de exploración de condición para pavimentos rígido.
- ii. Se divide el número de losas contabilizadas en el paso anterior, entre el número de losas de la unidad y se expresa el resultado en porcentaje. Esta es la “Densidad” por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.
- iii. Se determina los “valores deducidos” para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva “valor deducido para pavimentos de concreto”.

**Paso 2:** Determinación del número máximo admisible de valores deducidos ( $m$ ), si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” (VD) es mayor que dos, se utiliza el “Valor Deducido Total” (VDT) en lugar del “Valor Deducido Corregido” (CDV), obtenido en la determinación del PCI; de lo contrario, deben seguirse los pasos siguientes:

- i. Ordenar los valores deducidos individuales en orden descendente.
- ii. Se determina el “Máximo Número Admisible de Valores Deducidos” ( $m$ ), empleando la siguiente Ecuación 3:

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) \leq 10 \quad \text{Ecuación 03}$$

**Paso 3:** Determinación del máximo Valor Deducido Corregido (CDV), este paso se lo realiza mediante el siguiente proceso iterativo que se describe a continuación:

- i. Se determina el Valor Deducido Total (VDT) sumando todos los valores deducidos individuales.
- ii. Se determina el número de valores deducidos ( $Q$ ) mayores que 2.
- iii. Se determina el CDV con el “ $Q$ ” y el “Valor Deducido Total” (VDT) en la Gráfica de Valores Deducidos Corregidos para Pavimentos de Concreto.
- iv. Reduzca el menor valor deducido individual mayor que 2 a 2, y luego repita las tres etapas anteriores hasta que se cumpla la condición que “ $Q$ ” sea igual a 1.
- v. El “Máximo “Valor Deducido Corregido” (máx. CDV) es el mayor de los “Valores Deducidos Corregidos” (CDV) obtenidos en el proceso de iteración indicado.

**Paso 4:** Calcule el PCI, restando el “máximo VDC” de 100, tal como se indica en la Ecuación 4.

$$PCI = 100 - \text{máx. } CDV \quad \text{Ecuación 04}$$

Donde:

PCI: Índice de condición presente

máx.  $CDV$ : Máximo Valor Corregido deducido.

### 3.6.4. SELECCIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO ADICIONALES

En la presente investigación no existió ninguna falla especial por lo que no se seleccionó unidades de muestras adicionales.

### 3.6.5. TOMA DE DATOS DE LAS FALLAS EN PAVIMENTOS

**Figura 45: Formato de exploración de la condición para carreteras con pavimento rígido.**

<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-1)</b>			
NOMBRE DE LA VÍA: _____		CUADRA: _____	
UNIDAD DE MUESTREO: _____		CÓDIGO DE VÍA: _____	
NÚMERO DE PAÑOS: _____		FECHA: _____	
PROG INICIAL: _____		PROG FINAL: _____	
INSPECCIONADO POR: _____		Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">N°</th> <th style="width: 95%;">TIPO DE FALLA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Grietas Longitudinales.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Grietas Transversales y/o Diagonales.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Grietas de Esquina.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Grietas de durabilidad "D".</td></tr> <tr><td>5</td><td>Grietas en Bloque.</td></tr> <tr><td>6</td><td>Deterioro de sello.</td></tr> <tr><td>7</td><td>Descascaramiento de Juntas.</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grietas de Retracción y Descamación.</td></tr> <tr><td>9</td><td>Descascaramiento de Esquina.</td></tr> <tr><td>10</td><td>Pulimiento de Superficie.</td></tr> <tr><td>11</td><td>Desintegración, agujeros (popouts)</td></tr> <tr><td>12</td><td>Blow Up (Levantamiento Localizado)</td></tr> <tr><td>13</td><td>Escala</td></tr> <tr><td>14</td><td>Desnivel Carril / Berma</td></tr> <tr><td>15</td><td>Hundimiento (Punzonamiento).</td></tr> <tr><td>16</td><td>Exudación y Bombeo.</td></tr> <tr><td>17</td><td>Parche Pequeño Deteriorado.</td></tr> <tr><td>18</td><td>Parche Grande Deteriorado.</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">Nivel de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">L: Bajo</td> <td style="width: 33%;">M: Medio.</td> <td style="width: 33%;">H: Alto.</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Falla</th> <th style="width: 10%;">N° Losas</th> <th style="width: 20%;">Densidad (%)</th> <th style="width: 60%;">Valor deducido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CÁLCULO DEL PCI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 80%;">Númmros deducidos &gt; 2 (q):</td> <td style="width: 20%;"> </td> </tr> <tr> <td>Valor deducido más alto (HDV):</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Núm. Admisibles deducidos (mí):</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	N°	TIPO DE FALLA	1	Grietas Longitudinales.	2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	3	Grietas de Esquina.	4	Grietas de durabilidad "D".	5	Grietas en Bloque.	6	Deterioro de sello.	7	Descascaramiento de Juntas.	8	Grietas de Retracción y Descamación.	9	Descascaramiento de Esquina.	10	Pulimiento de Superficie.	11	Desintegración, agujeros (popouts)	12	Blow Up (Levantamiento Localizado)	13	Escala	14	Desnivel Carril / Berma	15	Hundimiento (Punzonamiento).	16	Exudación y Bombeo.	17	Parche Pequeño Deteriorado.	18	Parche Grande Deteriorado.	Nivel de Severidad			L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.	Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																													CÁLCULO DEL PCI		Númmros deducidos > 2 (q):		Valor deducido más alto (HDV):		Núm. Admisibles deducidos (mí):		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">ABSCISA</th> <th style="width: 85%;">DIAGRAMA DEL PAVIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">5</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">6</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">7</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">8</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">9</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td><td> </td></tr> <tr><td style="text-align: center;">11</td><td> </td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Ordenadas                    1                    2     I                    D</p>	ABSCISA	DIAGRAMA DEL PAVIMENTO	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	
N°	TIPO DE FALLA																																																																																																																												
1	Grietas Longitudinales.																																																																																																																												
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.																																																																																																																												
3	Grietas de Esquina.																																																																																																																												
4	Grietas de durabilidad "D".																																																																																																																												
5	Grietas en Bloque.																																																																																																																												
6	Deterioro de sello.																																																																																																																												
7	Descascaramiento de Juntas.																																																																																																																												
8	Grietas de Retracción y Descamación.																																																																																																																												
9	Descascaramiento de Esquina.																																																																																																																												
10	Pulimiento de Superficie.																																																																																																																												
11	Desintegración, agujeros (popouts)																																																																																																																												
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)																																																																																																																												
13	Escala																																																																																																																												
14	Desnivel Carril / Berma																																																																																																																												
15	Hundimiento (Punzonamiento).																																																																																																																												
16	Exudación y Bombeo.																																																																																																																												
17	Parche Pequeño Deteriorado.																																																																																																																												
18	Parche Grande Deteriorado.																																																																																																																												
Nivel de Severidad																																																																																																																													
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.																																																																																																																											
Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																																																																										
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																													
Númmros deducidos > 2 (q):																																																																																																																													
Valor deducido más alto (HDV):																																																																																																																													
Núm. Admisibles deducidos (mí):																																																																																																																													
ABSCISA	DIAGRAMA DEL PAVIMENTO																																																																																																																												
1																																																																																																																													
2																																																																																																																													
3																																																																																																																													
4																																																																																																																													
5																																																																																																																													
6																																																																																																																													
7																																																																																																																													
8																																																																																																																													
9																																																																																																																													
10																																																																																																																													
11																																																																																																																													

#	VALOR DEDUCIDO	TOTAL	q	CDV

Máximo CDV= \_\_\_\_\_  
PCI= \_\_\_\_\_  
CLASIFICACIÓN= \_\_\_\_\_

*Fuente: Adaptado del Manual Pavament Condition Index (PCI).*

## CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 4.1. RESULTADOS.

#### 4.1.1. CÁLCULO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.

Teniendo en cuenta que el diseño del pavimento y condición del mismo, es similar a lo largo de todo el tramo estudiado en la avenida la Paz, se evaluó como una sola sección. Al realizar el conteo de losas en ambos sentidos, dio un total de 770 losas, lo que equivale a 35 unidades de muestreo con un área de 22 losas.

**A. Cálculo del número mínimo de unidades de muestreo:** Aplicando la Ecuación 01, descrita en el ítem 3.5.2, se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$$

Dónde:

- ✓ n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- ✓ N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

$$N = \frac{\text{NÚMERO DE LOSAS DE LA SECCIÓN}}{\text{LOSAS POR UNIDAD DE MUESTREO}} = \frac{770}{22} \approx 35$$

- ✓ e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=5%).
- ✓  $\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. ( $\sigma = 15$ )

$$n = \frac{35 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (35-1) + 15^2} = 18.00$$

**B. Selección de las unidades de muestreo para inspección:** Aplicando la Ecuación 02, descrita en el ítem 3.5.2, se tiene:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{35}{18} = 1.94 \approx 1.00$$

Redondeamos al número entero inferior, con lo cual el intervalo de muestreo será 1. Este valor nos indica que se evaluará las 35 unidades de muestreo del tramo en estudio.

#### 4.1.2. EJEMPLO DE APLICACIÓN PARA EL CALCULO DEL PCI.

Se tomó como ejemplo el cálculo del PCI para la UM-1, como se detalla a continuación:

- i. En el diagrama de pavimento presentado en la Figura 45, se anotó todas las fallas presentes en cada paño de la unidad de muestreo evaluada, como se observa en el Cuadro 9.

**Cuadro 9: Tipos de fallas en la UM-1**

ABSCISA	DIAGRAMA DEL PAVIMENTO	
1	1M, 10, 18M	5L
2	1M, 10	5L
3	1M, 10	18M
4	1M, 10	15L
5	2M, 10	10
6	10	10
7	3L, 10	10
8	10, 18M	10
9	2L, 3L, 8	8
10	1L, 3L, 8	9L, 10
11	1L, 10	10, 15L

Ordenadas                      1                      2

*Fuente: Elaboración propia.*

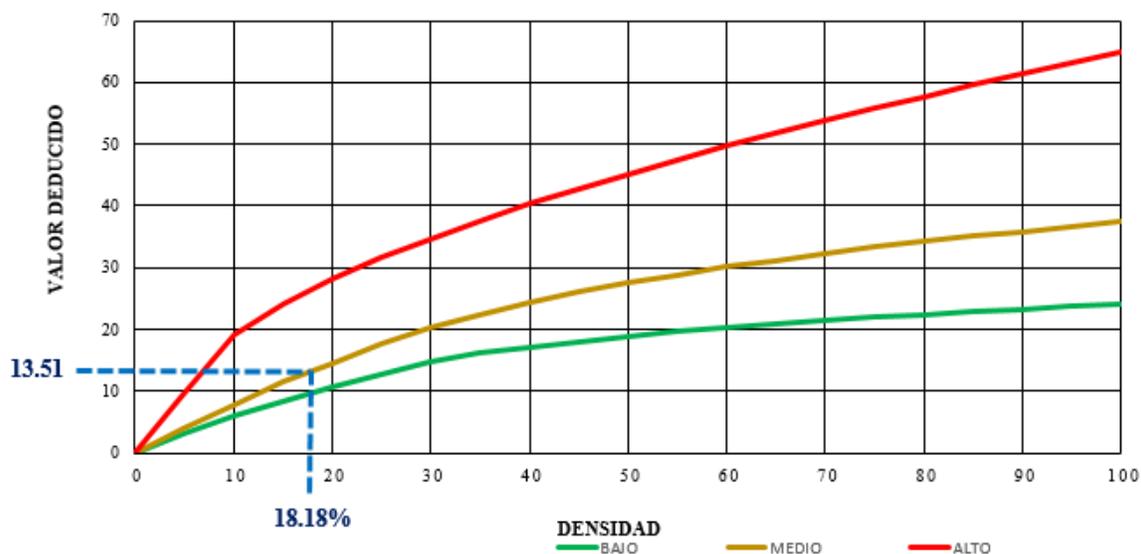
- ii. Contabilizamos los tipos de falla según su severidad presentes en cada losa, y calculamos las densidades de cada una de ellas. Por ejemplo, para la falla 1M, se calculó su densidad de la siguiente manera:

$$Densidad(\%) = \frac{4 * 100}{22} = 18.18\%$$

Calculando de esta forma todas las densidades para cada tipo de falla encontrada.

- iii. Calculamos los valores deducidos de cada tipo de falla empleando los nomogramas presentados en el Anexo 02. Por ejemplo, para la falla 1M (Grietas longitudinales de severidad media), se ingresó en el eje X con un valor de 18.18% y se interceptó con la curva de densidad MEDIA, obteniendo un Valor deducido de 13.51 como se muestra en la Figura 46 de igual forma se realizó el cálculo del VD para todos los tipos de fallas encontradas, como se muestra en el Cuadro 10.

**Figura 46: Ejemplo del cálculo del VD empleando el nomograma respectivo.**



*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 10: VD para cada tipo de falla en la UM-1**

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	4	18.18%	13.51
2L	1	4.55%	2.87
2M	1	4.55%	3.74
3L	3	13.64%	11.71
5L	2	9.09%	9.31
8	3	13.64%	0.00
9L	1	4.55%	1.09
10	15	68.18%	8.17
15L	2	9.09%	13.59
18M	3	13.64%	9.18

*Fuente: Elaboración propia.*

- iv. Se calculó el número máximo admisible de los valores deducidos ( $m_i$ ), empleando la Ecuación 03.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \leq 10 \quad \text{Ecuación 03}$$

Donde:

$HDV_i = 13.59$  (Valor deducido más alto)

Remplazando en la Ecuación 03 tenemos.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 13.59) = 8.94 \leq 10$$

v. Calculamos el máximo valor deducido corregido (CDV) siguiendo el proceso iterativo siguiente.

- Se determinó el número de valores deducidos “q”, mayores que 2, teniendo en cuenta el número máximo admisible de los valores deducidos (mi), en este caso q=8.
- Se determinó el valor deducido total sumando todos los valores deducidos individuales:  $13.59 + 13.51 + 11.71 + 9.31 + 9.18 + 8.17 + 2.00 + 2.00 = 69.47$ , para este caso se usó el valor q=6.
- Se redujo el menor valor deducido individual mayor que 2 a 2. y luego se repitió la etapa anterior hasta que se cumpla la condición que “Q” sea igual a 1 como se muestra en el cuadro 11.

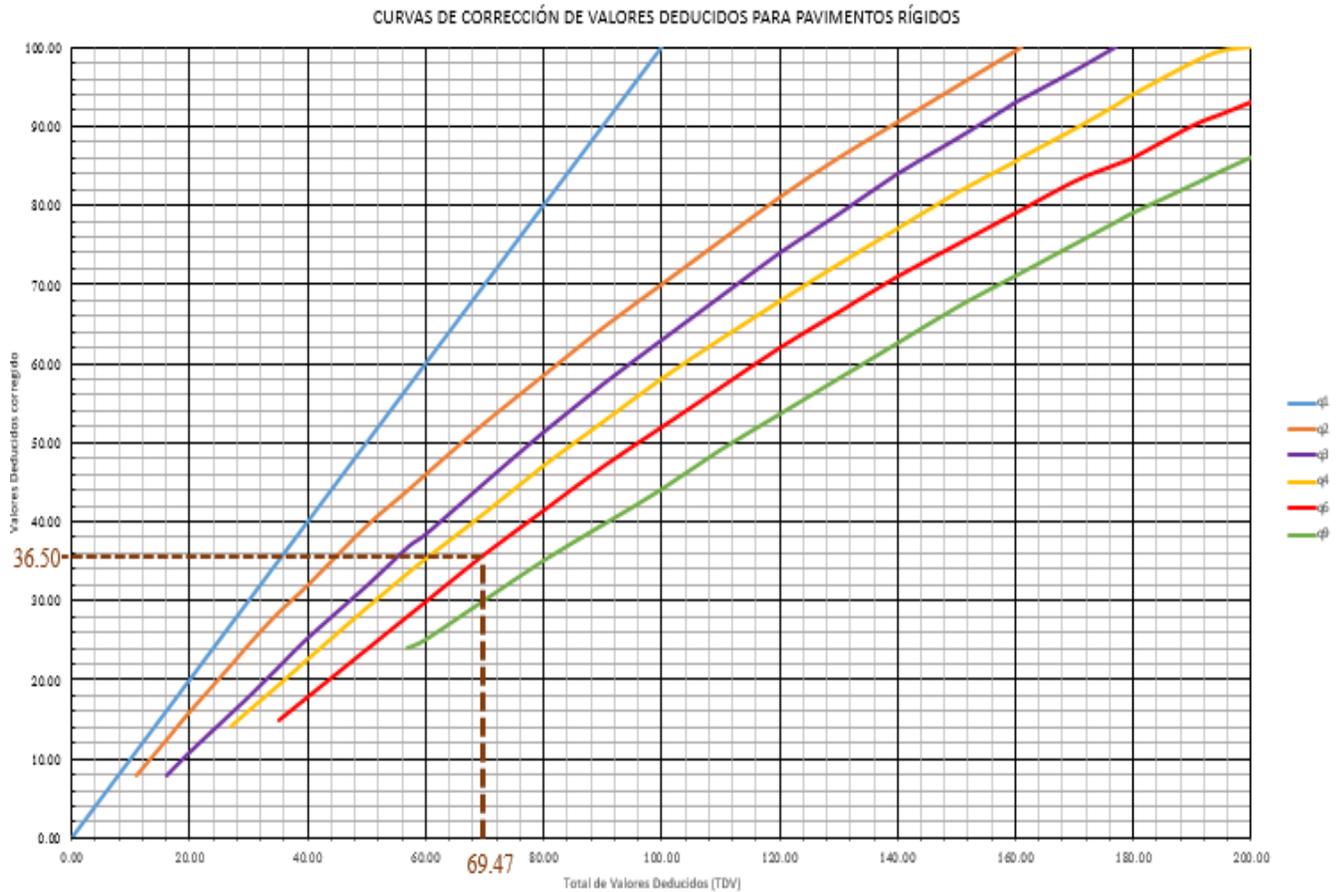
**Cuadro 11: Cálculo de los valores deducidos corregidos (CDV).**

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	5.52	3.74	74.73	8	-
2	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	5.52	2.00	72.99	7	-
3	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	2.00	2.00	69.47	6	36.50
4	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	2.00	2.00	2.00	63.30	5	33.20
5	13.59	13.51	11.71	9.31	2.00	2.00	2.00	2.00	56.12	4	32.90
6	13.59	13.51	11.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.81	3	31.20
7	13.59	13.51	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.10	2	31.60
8	13.59	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	27.59	1	27.60

*Fuente: Elaboración propia.*

- Se determinó el valor de CVD con el “q” respectivo y el valor deducido total utilizando la curva de corrección para pavimentos, para nuestro ejemplo se ingresó en el eje X con un valor de 69.47 y se interceptó con la curva q=6, obteniendo un CDV de 35.60, como se observa en la figura 47.

**Figura 47: Cálculo del CDV empleando el nomograma respectivo**



- El máximo CVD es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso. Max. CDV = 36.50.
- vi. Finalmente calculamos el PCI para la UM-1, restando de 100 el Max. CDV obtenido.

$$PCI_i = 100 - 36.50$$

$$PCI_i = 63.50$$

CLASIFICACIÓN: BUENO

#### 4.1.3. PCI DEL TRAMO ESTUDIADO.

En el cuadro 12, se muestra el valor del PCI para cada unidad de muestreo inspeccionada, así como la clasificación final del tramo.

**Cuadro 12: PCI de las Unidades de Muestreo estudiadas.**

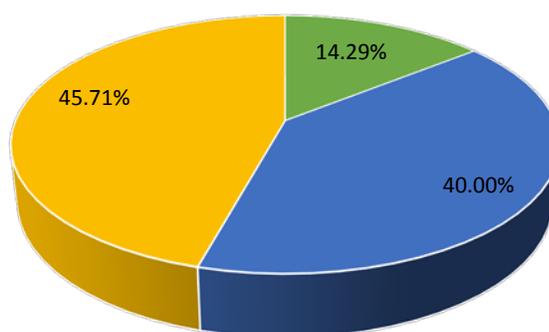
UNIDAD DE MUSTREO	PCI	CALIFICACIÓN	NUMERO DE PAÑOS (N)	PCIR*N
UM-1	63.50	BUENO	22	1397.00
UM-2	59.20	BUENO	22	1302.40
UM-3	52.00	REGULAR	22	1144.00
UM-4	46.40	REGULAR	22	1020.80
UM-5	43.53	REGULAR	22	957.66
UM-6	68.55	BUENO	22	1508.10
UM-7	58.53	BUENO	22	1287.66
UM-8	51.12	REGULAR	22	1124.64
UM-9	56.29	BUENO	22	1238.38
UM-10	65.44	BUENO	22	1439.68
UM-11	67.00	BUENO	22	1474.00
UM-12	63.51	BUENO	22	1397.22
UM-13	72.03	MUY BUENO	22	1584.66
UM-14	71.74	MUY BUENO	22	1578.28
UM-15	73.04	MUY BUENO	22	1606.88
UM-16	65.79	BUENO	22	1447.38
UM-17	75.98	MUY BUENO	22	1671.56
UM-18	68.96	BUENO	22	1517.12
UM-19	61.47	BUENO	22	1352.34
UM-20	78.22	MUY BUENO	22	1720.84
UM-21	78.66	MUY BUENO	22	1730.52
UM-22	81.43	MUY BUENO	22	1791.46
UM-23	79.85	MUY BUENO	22	1756.70
UM-24	79.91	MUY BUENO	22	1758.02
UM-25	82.23	MUY BUENO	22	1809.06
UM-26	77.14	MUY BUENO	22	1697.08
UM-27	79.13	MUY BUENO	22	1740.86
UM-28	66.11	BUENO	22	1454.42
UM-29	63.51	BUENO	22	1397.22
UM-30	84.56	MUY BUENO	22	1860.32
UM-31	73.99	MUY BUENO	22	1627.78
UM-32	69.43	BUENO	22	1527.46
UM-33	74.11	MUY BUENO	22	1630.42
UM-34	74.20	MUY BUENO	22	1632.40
UM-35	50.26	REGULAR	22	1105.72
<b>TOTAL</b>			<b>770</b>	<b>52290.04</b>
<b>PCI del tramo inspeccionado</b>			<b>52290.04/770</b>	<b>=67.91</b>
<b>CLASIFICACIÓN</b>			<b>BUENO</b>	

*Fuente: Elaboración propia.*

Del cálculo del PCI de las unidades de muestreo presentadas en el cuadro 12, se obtuvo el Índice de Condición del Pavimento del tramo estudiado, obteniéndose el valor de **67.91**, según la metodología utilizada este valor pertenece a un rango de clasificación de condición de **BUENO**.

**Figura 48: Porcentaje de las unidades de muestreo según su clasificación.**

**CALIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO**



■ REGULAR ■ BUENO ■ MUY BUENO

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 13: Clasificación de las Unidades de muestreo.**

<b>CALIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO</b>	<b>N° de UM</b>	<b>%</b>
REGULAR	5	14.29%
BUENO	14	40.00%
MUY BUENO	16	45.71%
<b>Σ</b>	<b>35</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Como se puede observar en el cuadro 13 y en la figura 48, 14.29% de las unidades de muestreo inspeccionadas tienen la clasificación de regular, 45.71% de unidades se clasifican como buenas y 40.00% como muy buenas.

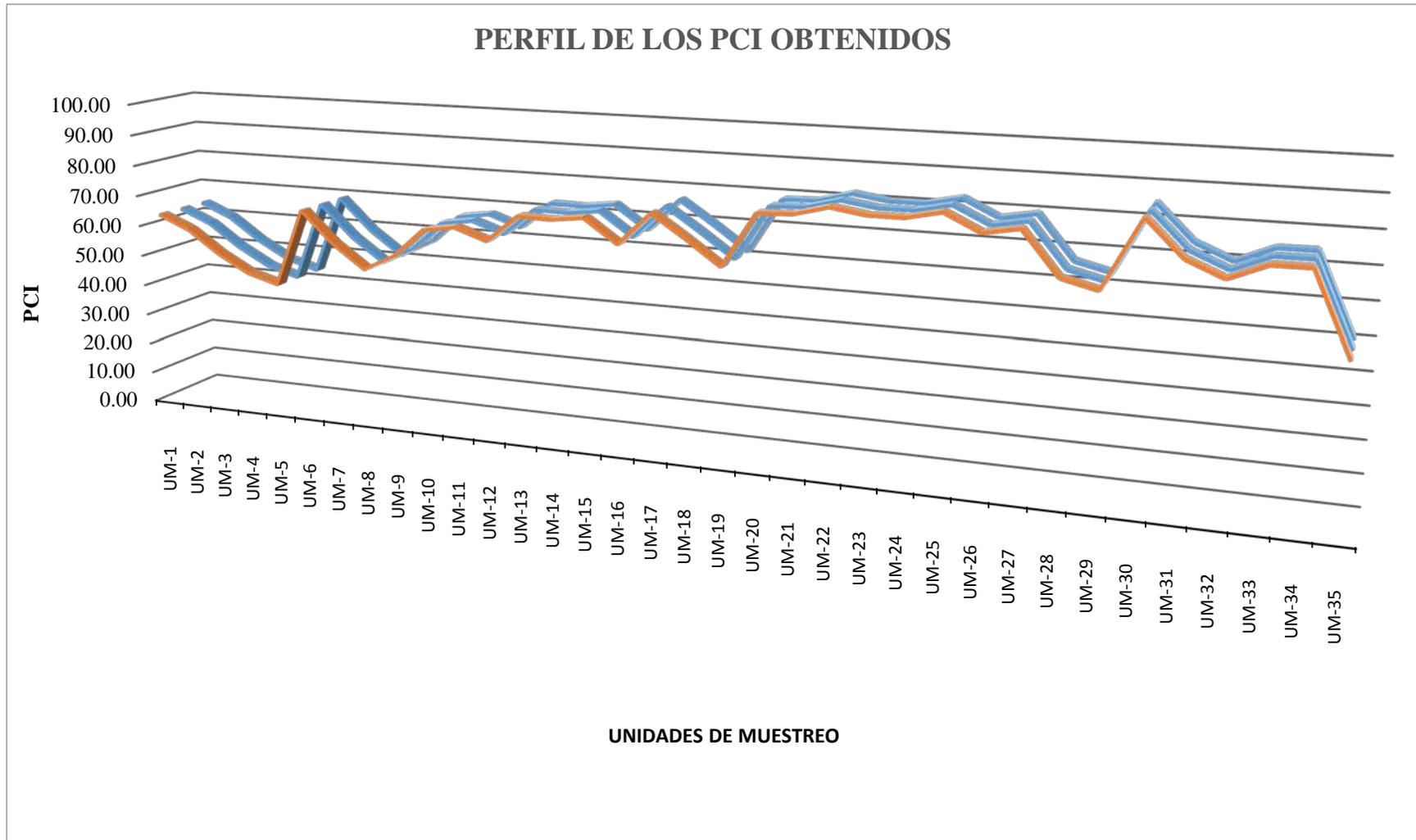
**Cuadro 14: Máximo valor deducido, tipo de daño y severidad de cada Unidad de Muestreo.**

UM	MAX V.D	TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	PCI
UM-1	13.59	Hundimiento (Punzonamiento)	Baja	63.50
UM-2	25.64	Grietas de Esquina	Baja	59.20
UM-3	25.64	Grietas de Esquina	Baja	52.00
UM-4	31.77	Grietas de Esquina	Media	46.40
UM-5	24.49	Hundimiento (Punzonamiento)	Baja	43.53
UM-6	14.16	Grietas de Esquina	Media	68.55
UM-7	22.45	Grietas de Esquina	Baja	58.53
UM-8	37.50	Grietas de Esquina	Baja	51.12
UM-9	20.21	Hundimiento (Punzonamiento)	Media	56.29
UM-10	19.08	Grietas de Esquina	Baja	65.44
UM-11	29.08	Hundimiento (Punzonamiento)	Baja	67.00
UM-12	24.49	Hundimiento (Punzonamiento)	Baja	63.51
UM-13	12.50	Parche Grande Deteriorado	Media	72.03
UM-14	10.56	Grietas Longitudinales	Media	71.74
UM-15	9.85	Descascaramiento de Juntas	Media	73.04
UM-16	20.21	Hundimiento (Punzonamiento)	Media	65.79
UM-17	12.50	Parche Grande Deteriorado	Media	75.98
UM-18	18.13	Grietas Longitudinales	Baja	68.96
UM-19	18.61	Grietas Longitudinales	Baja	61.47
UM-20	11.78	Descascaramiento de Juntas	Baja	78.22
UM-21	10.02	Grietas Longitudinales	Baja	78.66
UM-22	9.69	Descascaramiento de Juntas	Baja	81.43
UM-23	10.15	Descascaramiento de Juntas	Baja	79.85
UM-24	7.38	Descascaramiento de Juntas	Baja	79.91
UM-25	8.04	Descascaramiento de Juntas	Baja	82.23
UM-26	8.04	Descascaramiento de Juntas	Baja	77.14
UM-27	9.69	Descascaramiento de Juntas	Baja	79.13
UM-28	27.89	Hundimiento (Punzonamiento)	Media	66.11
UM-29	24.49	Hundimiento (Punzonamiento)	Baja	63.51
UM-30	7.44	Pulimiento de Superficie	-	84.56
UM-31	11.71	Grietas de Esquina	Baja	73.99
UM-32	14.16	Grietas de Esquina	Media	69.43
UM-33	11.89	Grietas Longitudinales	Baja	74.11
UM-34	10.29	Grietas en Bloque	Media	74.20
UM-35	28.63	Grietas de Esquina	Baja	50.26

*Fuente: Elaboración propia.*

En el cuadro 14 se muestra que la grieta de esquina es la falla que genera el mayor daño de afectación ya que presenta el máximo valor deducido en las unidades de muestreo UM-2, UM-3, UM-4, UM-6, UM-7, UM-8, UM-10, UM-31, UM-32, UM-35.

**Figura 49: Perfil de los PCI obtenidos para cada Unidad de Muestreo del tramo inspeccionado.**



*Fuente: Elaboración propia.*

En la Figura 49, se muestra el perfil de los PCI obtenidos para cada Unidad de Muestreo en la que podemos observar que el valor mínimo obtenido es de 43.53 en la UM-5 que la clasifica como REGULAR, mientras que el máximo valor de PCI es de 84.56 en la UM-30 clasificada como MUY BUENO.

#### 4.1.4. RESULTADOS OBTENIDOS SEGÚN EL TIPO Y SEVERIDAD DE FALLA EXISTENTE EN EL PAVIMENTO RÍGIDO.

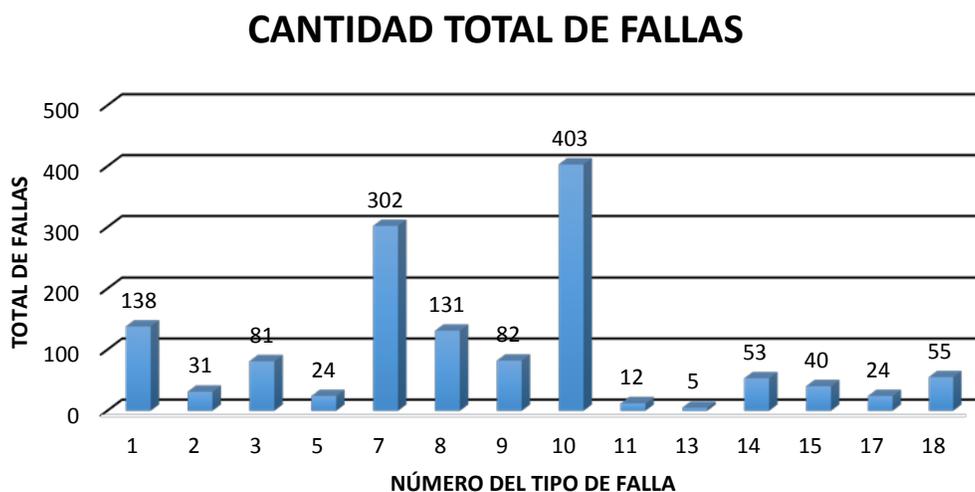
De las 35 unidades de muestreo inspeccionadas, se dedujo que todo el tramo posee 1381 combinaciones de deterioro, en el cuadro 15 se muestra el resumen total de fallas halladas en el pavimento rígido según su tipo y severidad.

**Cuadro 15: Cantidad total de fallas según su severidad.**

Nº	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO RÍGIDO	SEVERIDAD			TOTAL	DENSIDAD (%)
		BAJA	MEDIA	ALTA		
1	Grietas Longitudinales.	90	43	5	138	9.99%
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	19	12	-	31	2.24%
3	Grietas de Esquina.	68	13	-	81	5.87%
5	Grietas en Bloque.	13	11	-	24	1.74%
7	Descascaramiento de Juntas.	262	39	1	302	21.87%
8	Grietas de Retracción y Descamación.	131			131	9.49%
9	Descascaramiento de Esquina.	74	8	-	82	5.94%
10	Pulimiento de Superficie.	403			403	29.18%
11	Desintegración, agujeros (popouts).	12			12	0.87%
13	Escala.	5		-	5	0.36%
14	Desnivel Carril / Berma.	39	13	1	53	3.84%
15	Hundimiento (Punzonamiento).	32	8	-	40	2.90%
17	Parche Pequeño Deteriorado.	-	20	4	24	1.74%
18	Parche Grande Deteriorado.	-	55	-	55	3.98%
<b>TOTAL DE FALLAS</b>					<b>1381</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

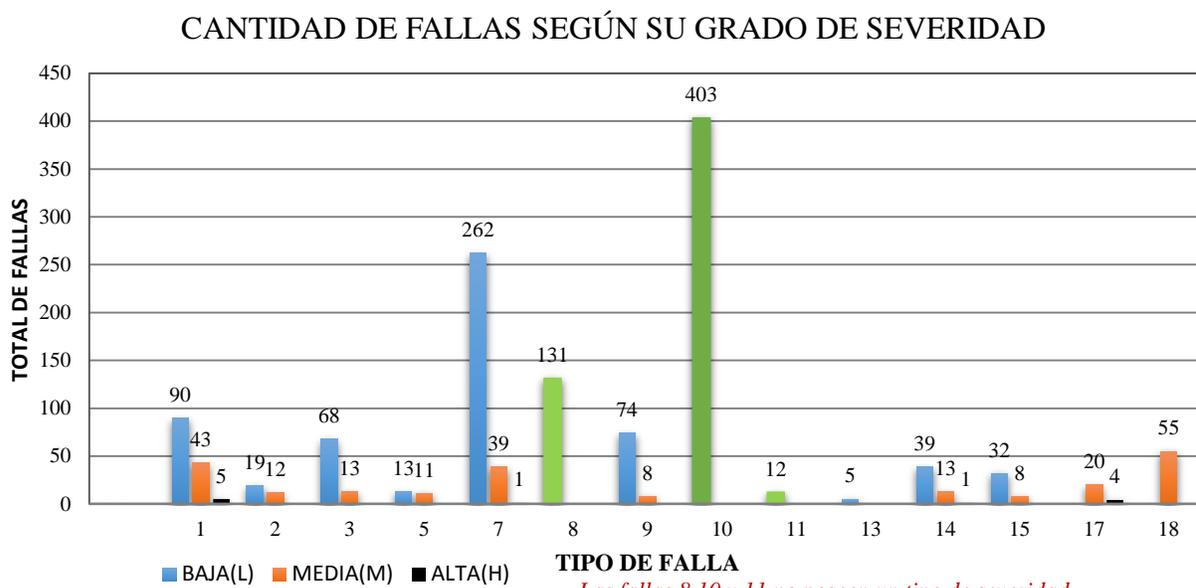
**Figura 50: Número de fallas según su tipo.**



*Fuente: Elaboración Propia.*

Como se puede observar en la Figura 50, la falla por pulimiento de la superficie (Falla N°10) se encuentra presente en 403 losas siendo la de mayor presencia en todo el tramo inspeccionado, también es necesario mencionar que las grietas longitudinales (Falla N°1) están presentes en 138 losas, lo que puede ocasionar un mayor deterioro a corto plazo en el estado de la vía, así mismo en la figura 51 se muestra la cantidad de fallas según su grado de severidad.

**Figura 51: Cantidad de fallas según su severidad.**



*Fuente: Elaboración propia.*

En el cuadro 16 se distribuyó a los tipos de fallas resultantes en forma descendentes según su cantidad, obteniendo lo siguiente: La falla más frecuente es por pulimiento de superficie (Falla N°10), seguidamente por el descascaramiento de juntas (Falla N°7), grietas longitudinales (Falla N°1) y grietas de retracción y descamación (Falla N°8).

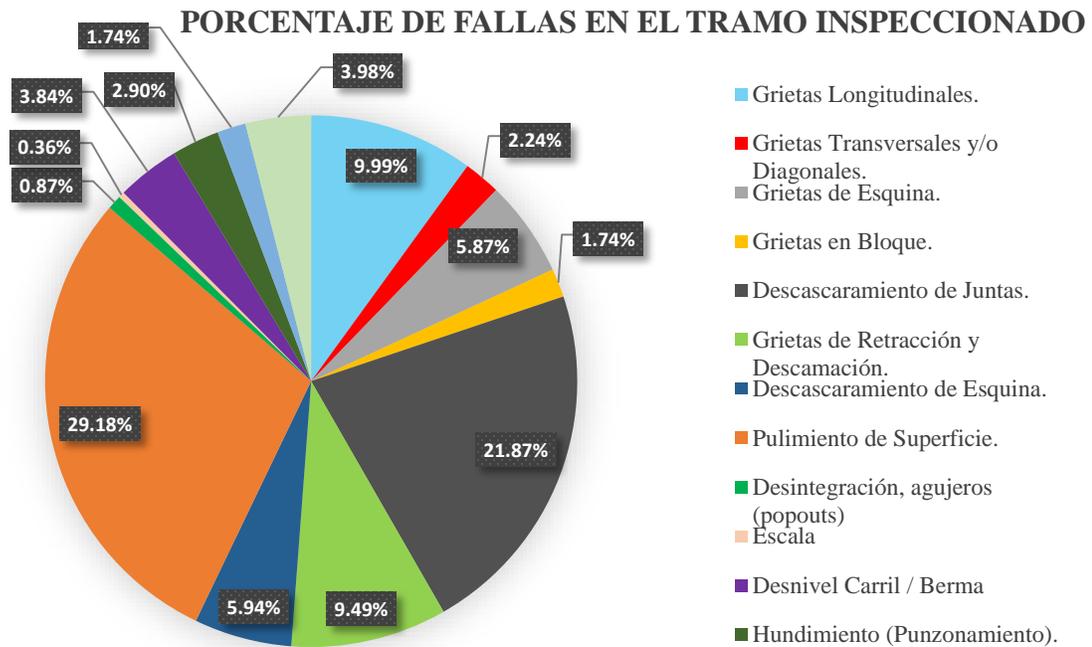
**Cuadro 16: Fallas más frecuentes encontradas en las unidades de muestra de la vía inspeccionada.**

Nº	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO RÍGIDO	TOTAL DE FALLAS	%
10	Pulimiento de Superficie.	403	29.18%
7	Descascaramiento de Juntas.	302	21.87%
1	Grietas Longitudinales.	138	9.99%
8	Grietas de Retracción y Descamación.	131	9.49%
9	Descascaramiento de Esquina.	82	5.94%
3	Grietas de Esquina.	81	5.87%
18	Parche Grande Deteriorado.	55	3.98%
14	Desnivel Carril / Berma	53	3.84%
15	Hundimiento (Punzonamiento).	40	2.90%
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	31	2.24%
5	Grietas en Bloque.	24	1.74%
17	Parche Pequeño Deteriorado.	24	1.74%
11	Desintegración, agujeros (Popouts)	12	0.87%
13	Escala	5	0.36%
<b>TOTAL</b>		<b>1381</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Además, en la figura 52, se muestra el porcentaje de cada falla en el tramo inspeccionado, es necesario mencionar la existencia de parches en la vía (Parche Grande) que fueron provocados en su mayoría por la rotura del paño en el proceso de reposición de instalaciones de servicios públicos con una severidad total de 3.98%, asimismo la Falla Desnivel Carril/Berma (Falla N°14) se encuentra en 53 losas y fue provocada por los trabajos realizados en la instalación del gas.

**Figura 52: Porcentaje de fallas en el tramo inspeccionado**



*Fuente: Elaboración propia.*

#### 4.1.5. CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE FALLA:

En el cuadro 17, se presenta la clasificación de los distintos tipos de fallas encontradas y en el cuadro 18 la cantidad total de fallas funcionales y estructurales.

**Cuadro 17: Clasificación del tipo de falla.**

CLASIFICACIÓN	Nº	TIPO DE FALLA EN PAVIMENTO RÍGIDO	TOTAL DE FALLAS	%
FALLAS ESTRUCTURALES	1	Grietas Longitudinales.	138	9.99%
	2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	31	2.24%
	3	Grietas de Esquina.	81	5.87%
	5	Grietas en Bloque.	24	1.74%
FALLAS FUNCIONALES	10	Pulimiento de Superficie.	403	29.18%
	7	Descascaramiento de Juntas.	302	21.87%
	8	Grietas de Retracción y Descamación.	131	9.49%
	9	Descascaramiento de Esquina.	82	5.94%
	18	Parche Grande Deteriorado.	55	3.98%
	14	Desnivel Carril / Berma	53	3.84%
	15	Hundimiento (Punzonamiento).	40	2.90%
	11	Desintegración, agujeros (Popouts)	12	0.87%
	17	Parche Pequeño Deteriorado.	24	1.74%
13	Escala	5	0.36%	
<b>TOTAL</b>			<b>1381</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

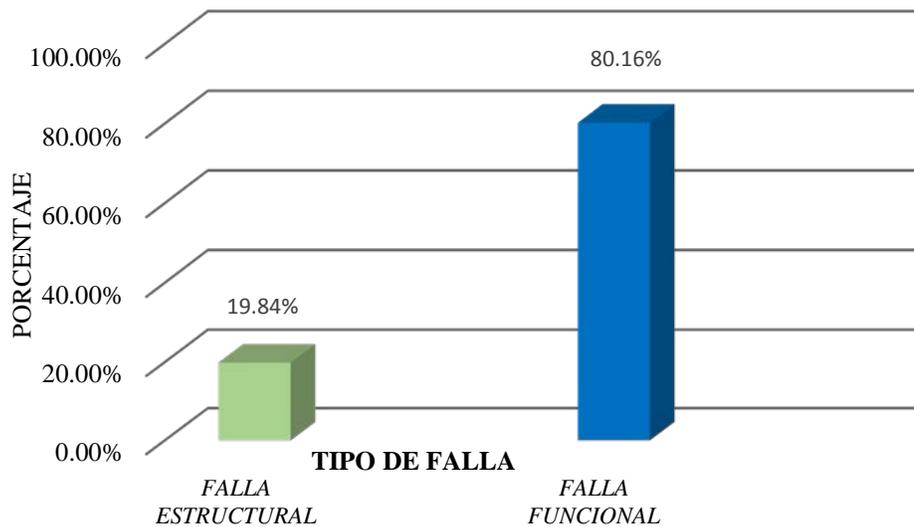
**Cuadro 18: Total de Fallas Estructurales y Funcionales.**

CLASIFICACIÓN	TOTAL	PORCENTAJE
FALLA ESTRUCTURAL	274	19.84%
FALLA FUNCIONAL	1107	80.16%
$\Sigma=$	<b>1381</b>	<b>100.00%</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 53: Porcentaje según el tipo de falla**

**PORCENTAJE SEGÚN EL TIPO DE FALLA**



*Fuente: Elaboración propia.*

Del cuadro 17 y 18 se afirma lo siguiente:

- La contabilización de fallas de orden funcional fue de 1107 con un porcentaje de incidencia del 80.16 % y de orden estructural fue de 274 con un 19.84% de incidencia.
- En cuanto a las fallas estructurales, las grietas longitudinales son las más comunes en el tramo inspeccionado presentes en 138 losas, mientras que las grietas en bloque es la falla de menor incidencia y estuvo presente en 24 losas.

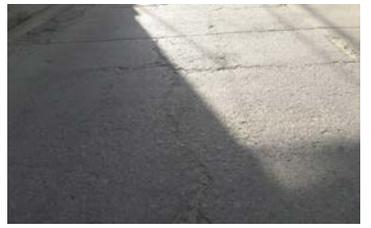
- En cuanto a las fallas funcionales, el pulimiento de la superficie es la falla más común en todo el tramo inspeccionado con un total de 403 losas afectadas, mientras que la falla por escala es la de menor incidencia y estuvo presente en 5 losas.
- Las fallas funcionales son las que afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura y a su vez repercuten negativamente en la situación funcional.

#### **4.2. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.**

La aplicación del método PCI al tramo de 1269.70 metros de pavimento rígido en la avenida la Paz, sirvió para obtener el valor cuantitativo de la condición del estado del pavimento que equivale a **67.91**, este valor permite identificar de acuerdo al Cuadro 6 y al ítem 2.2.7.3. que en la avenida La Paz se debe realizar una intervención del tipo **MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR PERIÓDICO**, que consiste en un mantenimiento inmediato de las fallas más severas, con los siguientes tratamientos:

Además, durante la fase de inspección se pudo encontrar 14 tipos de fallas, en el cuadro 16 se presenta las alternativas de solución de acuerdo a la severidad de cada una de ellas según a la metodología del PCI.

**Cuadro 19: Matriz de intervención.**

Nº	FALLAS	POSIBLES CAUSAS	SEVERIDAD	INTERVENCIÓN	IMAGEN REPRESENTATIVA
1	Grietas Longitudinales.	Combinación de cargas de tránsito y alabeo por gradiente térmico o humedad	Baja	No se hace nada o un sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.	
			Media	Sellado de grietas	
			Alta	Sellado de grietas, parcheo profundo o un reemplazo de la losa.	
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	Combinación de cargas de tránsito y alabeo por gradiente térmico o humedad	Baja	No se hace nada o un sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.	
			Media	Sellado de grietas	
			Alta	Sellado de grietas, parcheo profundo o un reemplazo de la losa.	
3	Grietas de Esquina.	Sobrecargas en las esquinas, repetición de cargas combinadas con la pérdida de soporte, alabeo térmico, asentamiento de la base y/o subrasante	Baja	No se hace nada o un sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.	
			Media	Sellado de grietas o un parcheo profundo.	
			Alta	Parcheo profundo.	
5	Grietas en Bloque.	Carga de tráfico muy alta, mala ubicación de las dovelas, corrosión de los pasadores, diámetros de barras muy pequeñas.	Baja	No se hace nada o se procede con un sellado de grietas de más de 3 mm	
			Media	Reemplazo de la losa.	
			Alta	Reemplazo de la losa.	

Nº	FALLAS	POSIBLES CAUSAS	SEVERIDAD	INTERVENCIÓN	IMAGEN REPRESENTATIVA
7	Descascaramiento de Juntas.	Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles, concreto débil en la junta por exceso de manipulación.	Baja	No se hace nada.	
			Media	Parqueo parcial.	
			Alta	Parqueo parcial o reconstrucción de la junta.	
8	Grietas de Retracción y Descamación.	Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.	No posee severidad	No se hace nada.	
9	Descascaramiento de Esquina.	Concreto débil en la esquina por exceso de manipulación.	Baja	No se hace nada.	
			Media	Parqueo parcial.	
			Alta	Parqueo parcial.	
10	Pulimiento de Superficie.	Tránsito que produce el desgaste superficial de los agregados, mala terminación superficial del concreto, concreto mal dosificado o de mala calidad.	No posee severidad	Ranurado de la superficie o una sobrecarpeta.	

Nº	FALLAS	POSIBLES CAUSAS	SEVERIDAD	INTERVENCIÓN	IMAGEN REPRESENTATIVA
11	Desintegración, agujeros (popouts)	Mala dosificación del concreto, concreto pobre y/o con exceso de mortero, agregados de inapropiada granulometría, proceso constructivo inadecuado.	No posee severidad	No se hace nada.	
13	Escala	Asentamiento debido a una fundación blanda, bombeo o erosión del material debajo de la losa.	Baja	No se hace nada o un fresado.	
			Media	Fresado.	
			Alta	Fresado.	
14	Desnivel Carril / Berma	Asentamiento de la berma por compactación insuficiente, descompactación producida por la penetración de la helada en suelos, erosión de la capa superficial por agua.	Baja	Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.	
			Media	Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.	
			Alta	Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.	

Nº	FALLAS	POSIBLES CAUSAS	SEVERIDAD	INTERVENCIÓN	IMAGEN REPRESENTATIVA
15	Hundimiento (Punzonamiento).	Deficiente compactación inicial o por movimiento de la propia estructura, repetición de cargas pesadas, espesor inadecuado de la losa, pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto.	Baja	No se hace nada. Sellado de grietas	
			Media	Parqueo profundo.	
			Alta	Parqueo profundo.	
17	Parche Pequeño Deteriorado.	La retracción del fraguado puede separar el parche de concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión, insuficiente traspaso de cargas en las juntas de contracción o mala construcción.	Baja	No se hace nada.	
			Media	Reemplazo del parche.	
			Alta	Reemplazo del parche.	
18	Parche Grande Deteriorado.	Una excavación de servicios públicos es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas.	Baja	No se hace nada.	
			Media	Reemplazo del parche.	
			Alta	Reemplazo del parche.	

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se describe el procedimiento llevado a cabo para las acciones de intervención a las fallas encontradas durante la inspección:

#### **4.2.1. PARA GRIETAS LONGITUDINALES, TRANSVERSALES, DIAGONALES, DE ESQUINA Y GRIETAS EN BLOQUE:**

##### **Descripción:**

Estos tipos de fallas serán tratadas con el suministro e instalación de un producto para el sellado de grietas de calzadas de concreto rígido, con el fin de prevenir la infiltración de agua a las capas inferiores del pavimento. El tratamiento aplica, esencialmente, para la reparación de grietas longitudinales, transversales y diagonales. Las grietas de ancho inferior a 3 mm no se deberán sellar y las de ancho superior a 50 mm deberán quedar cobijadas por otro tipo de tratamiento.

##### **Materiales:**

- ✓ *Materiales para el sellado de grietas entre 3 y 13 mm de ancho:* Se empleará una mezcla elaborado con un cemento asfáltico modificado con polímero (aplicado en caliente), la mezcla se deberá preparar empleando un equipo apropiado, con sistema de calentamiento indirecto, control de temperatura y agitación mecánica, que asegure la homogeneidad del producto.
- ✓ *Materiales para el sellado de grietas entre 13 y 50 mm de ancho:* Se empleará una mezcla de arena con emulsión asfáltica de rotura lenta del tipo CRL-1, (aplicado en caliente) con una dosificación mínima de 18 % de emulsión. La mezcla de arena y emulsión para el sellado de grietas se deberá elaborar en un equipo mecánico apropiado que garantice la homogeneidad de ella y la constancia de sus propiedades

##### **Procedimiento:**

Realizar el trabajo de ranurado utilizando una cortadora electromecánica a la que se le adaptará un disco para cortar, hasta lograr las dimensiones de la ranura indicadas en los planos o las indicadas por la supervisión, luego se eliminará todo residuo de polvo, grasas u otros materiales contaminantes que alteren la adherencia del concreto con el sellador, con un inyector de aire caliente comprimido, limpio y seco (sin aceite ni humedad). El material para

el sellado de las grietas de ancho entre 3 y 13 mm se deberá calentar a una temperatura que garantice su fluidez durante la aplicación, y se verterá de manera que alcance dentro de la grieta un espesor no menor de 15 mm y que su parte superior quede unos 5 mm por debajo de la superficie del pavimento, para evitar que el material sea expulsado hacia la superficie y arrastrado por los vehículos cuando la grieta se cierre debido a un aumento de temperatura. Cuando se vayan a sellar grietas de ancho entre 13 y 50 mm, sus paredes se deberán imprimir con una emulsión epóxica posteriormente se sellarán con la mezcla de arena y emulsión asfáltica el espesor del material sellante deberá ser, como mínimo, 20 mm, y su parte superior deberá quedar unos 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

#### **4.2.2. PARA DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS Y DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA:**

##### **Descripción:**

Estos tipos de fallas será tratada mediante una reparación localizada de deterioros de juntas, principalmente del tipo desportilladuras, confinados al tercio superior de las losas. Las reparaciones en espesor parcial no son adecuadas para el tratamiento de desportilladuras que se extiendan más allá de 250 mm de la junta, cuyo tamaño suele ser indicio de un daño más grave que debe ser enfrentado reparando en espesor total. Tampoco aplica para solucionar deterioros que afecten toda la losa, ni para las desportilladuras que dejan expuesta la armadura, se usará un concreto de fragua rápida.

##### **Materiales:**

- ✓ *Concreto:* Por tratarse de arreglos en pavimentos en servicio, es usual que las reparaciones se deban habilitar lo más pronto posible con el fin de reducir al mínimo las molestias al tránsito automotor. Por ello, se empleará un cemento de alta resistencia inicial que permita alcanzar una elevada resisten, así como un aditivo acelerador de fragua.
- ✓ *Materiales de unión:* Se empleará una resina epóxica del Tipo V, Grado 2 que cumpla con las especificaciones ASTM C 881.

- ✓ *Material de sello:* El material de sello se aplicará en caliente. Y deberá corresponder al tipo I de la norma ASTM D 6690, en este caso se utilizará poliuretano resistente a altas temperaturas (200 °C). HOT ROD POLYETHYLENE BACKER ROD
- ✓ *Cordón de respaldo:* El cordón de respaldo deberá ser compatible con el material de sello. No deberá reaccionar ni adherirse al pavimento o al material de sello. será del tipo 1 de la norma ASTM D 5249.

### **Procedimiento:**

Antes de comenzar la reparación se deberán marcar los límites de la zona afectada. No basta con marcar las zonas visibles, sino que es necesario inspeccionar los sitios aledaños aparentemente sanos, para detectar problemas ocultos. Con el fin de asegurar la remoción de la totalidad del concreto deteriorado, los límites de la reparación se deberán extender más allá de la zona afectada, unos 100 mm en longitud y 50 mm en anchura. Las zonas marcadas deberán presentar bordes rectos y paralelos a las juntas. Si existen dos zonas afectadas separadas a menos de 600 mm, práctica y económicamente puede resultar más conveniente hacer una sola reparación que englobe a ambas.

Los bordes de la zona demarcada se deberán someter a aserrado en una profundidad de, al menos, 50 mm y el concreto de su interior se deberá remover mediante fresado si el área por remover es suficientemente grande, o con ayuda de herramientas livianas, neumáticas o manuales, disponiéndolas de la manera más horizontal posible, con el fin de evitar la generación de daños por debajo de la zona afectada. La superficie finalmente expuesta se deberá limpiar enérgicamente antes de colocar el material de reparación. Se recomienda someter a chorro de arena las caras expuestas de la excavación, con el fin de eliminar partículas sueltas y cualquier otro material deletéreo. Esta tarea cumple, además, el propósito de generar una buena adherencia entre el concreto existente y el nuevo por verter. Finalmente, un soplado con aire a presión remueve cualquier resto del chorro de arena y de la demolición. Antes de verter el concreto, se aplicará una capa delgada y uniforme de mortero de cemento o de un agente epóxico como puente de adherencia entre el concreto existente y la nueva mezcla. El material se deberá distribuir en forma pareja sobre la superficie con un cepillo u otro elemento adecuado y deberá cubrir toda el área de la reparación, incluyendo las paredes.

La instalación y la mezcla de los componentes del producto epóxico se deberán hacer conforme a las recomendaciones de la hoja técnica de su fabricante. Finalmente se realizará el resellado de las juntas en la zona reparada previene futuras desportilladuras y minimiza el ingreso de agua a la infraestructura. El trabajo se realiza una vez el concreto haya ganado resistencia, empleando las técnicas y precauciones usuales en este tipo de tarea.

#### **4.2.3. PARA PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE:**

##### **Descripción:**

Este tipo de falla será tratada mediante un ranurado de la superficie, es decir la remoción de material superficial de un pavimento rígido empleando discos diamantados, instalados a separaciones preestablecidas sobre un tambor giratorio. Su finalidad es mejorar las propiedades friccionantes de la superficie del pavimento

##### **Materiales:**

No se requiere materiales para la ejecución de esta actividad.

##### **Procedimiento:**

La operación del equipo del ranurado se debe realizar en dirección longitudinal, comenzando en el borde exterior del pavimento y continuando hacia el interior del carril después de efectuada cada pasada que, como mínimo, deberá cubrir un ancho de 0.9 m. No podrá haber traslapos de más de 25 mm entre pasadas sucesivas del tambor, ni se admitirá ninguna superficie sin ranurar entre pasadas contiguas de la máquina.

#### **4.2.4. PARA ESCALA:**

##### **Descripción:**

Este tipo de falla será tratada mediante una elevación de una sección deprimida de la losa, este tratamiento se llama elevación o gateo.

**Materiales:**

- ✓ *Poliuretano:* Producto comercial elaborado a partir de dos líquidos que se combinan bajo calor para formar una sustancia espumosa, liviana y fuerte. Al ser inyectados bajo el pavimento, la reacción química entre los dos materiales produce la expansión del poliuretano y el relleno de los vacíos bajo la losa. Se deberá emplear un poliuretano con una densidad aproximada de 64 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a compresión entre 0.4 y 1.0 MPa.

**Procedimiento:**

El proceso de elevación consiste en bombear una formulación patentada de poliuretano a través de orificios perforados en la losa, relleno de los vacíos y, además, desplazando el agua libre y protegiendo el apoyo contra la saturación y el debilitamiento. La losa se debe levantar de manera que no se generen esfuerzos que le causen agrietamientos. Los orificios se deberán efectuar a no menos de 300 mm ni a más de 450 mm de una junta transversal o del borde de la losa. Además, se deberán espaciar 1.80 m o menos centro a centro, de manera que menos de 2.30 a 2.80 m<sup>2</sup> de losa sean levantados por inyección desde un orificio.

**4.2.5. PARA DESNIVEL CARRIL/BERMA:****Descripción:**

Este tipo de falla será tratada mediante una reparación de bermas que se encuentren desniveladas respecto del borde del pavimento, que estén deformadas o que su geometría no se ajuste a un plano liso con una pendiente uniforme y adecuada, se revestirá las bermas con una mezcla asfáltica. El objetivo es recuperar las condiciones de seguridad para los usuarios, pues un desnivel entre la calzada y la berma es peligroso para la estabilidad de algún vehículo que pueda ocasionalmente salir de la pista de circulación, en especial si debe hacerlo a una cierta velocidad.

**Materiales:**

- ✓ Se utilizará una base granular de las especificaciones técnicas generales para la construcción de Carreteras-EG 2000.

- ✓ Para la imprimación se usará una mezcla asfalto-caucho (aplicado en caliente ASTM D-1190 o AASTHO M-173).
- ✓ Para los tratamientos superficiales se utilizarán emulsiones asfálticas de rotura rápida tipo CRS-1 O CRS-2.

**Procedimiento:**

Demarcar la zona que se presenta desnivelada respecto del borde del pavimento. La zona por reparar puede ser menor que el ancho total de la berma, siempre que sea posible darle una pendiente transversal adecuada en todo el ancho; los extremos se delimitarán por líneas normales al eje del camino. En la zona demarcada se deberán colocar estacas u otras marcas que definan el área por reemplazar y las cotas a las cuales debe quedar. La pendiente transversal de la berma estará comprendida entre un 4 y un 5 % en tramos rectos; en curvas se ajustará de manera que la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma no supere el 8%. Se debe calcular la cantidad de material de recuperación de la subbase de manera que, una vez extendido y compactado, se obtenga una superficie plana, con la pendiente prevista y a un nivel adecuado, para que, una vez repuesto el concreto asfáltico o el tratamiento, se alcance el ras del pavimento rígido. La compactación deberá ejecutarse con equipos apropiados hasta alcanzar en los 200 mm superiores, al menos, el 100% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor modificado. La ejecución de la imprimación de la base, el riego de liga, así como la preparación de la mezcla asfáltica de reemplazo o el tratamiento superficial, según corresponda, se ajustarán a las respectivas Secciones de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras-EG-2000.

**4.2.6. PARA LOSA DIVIDIDA, HUNDIMIENTO, PARCHES PEQUEÑOS DETERIORADO, PARCHES GRANDES DETERIORADOS:**

**Descripción:**

Para solucionar este tipo de fallas se realizarán trabajos que consistirán en la reparación de pavimentos defectuosos de concreto rígido, con el fin de restaurarlos a una condición que se ajuste a su condición original.

**Materiales:**

- ✓ Se usará un Cemento Portland debe ser de tipo I, II o III de acuerdo a la norma AASHTO M-85.
- ✓ El agregado fino debe cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-6.
- ✓ El agregado grueso debe cumplir con los requisitos especificados en AASTHO M-80.
- ✓ Se usará un sellador de asfalto-caucho (aplicado en caliente ASTM D-1190 o AASTHO M-173.)

**Procedimiento:**

Las losas de pavimento que contengan fisuras múltiples a través del espesor total de la misma que separen a la losa en tres o más partes deben ser removidas y reemplazadas, de igual forma los parches pequeños y grandes deteriorados. Los bordes de la zona demarcada se deberán someter a aserrado en una profundidad de, al menos, 50 mm y el concreto de su interior se deberá remover mediante fresado si el área por remover es suficientemente grande, o con ayuda de herramientas livianas, neumáticas o manuales, disponiéndolas de la manera más horizontal posible, con el fin de evitar la generación de daños por debajo de la zona afectada. Si al alcanzar la profundidad en la que se espera encontrar concreto sano se detecta que el deterioro alcanza el nivel de los pasadores o se extiende en todo en el espesor de la losa, se deberá proceder a la reparación en espesor total. Antes de verter el concreto, se aplicará una capa delgada y uniforme de mortero de cemento o de un agente epóxico como puente de adherencia entre el concreto existente y la nueva mezcla.

El material se deberá distribuir en forma pareja sobre la superficie con un cepillo u otro elemento adecuado y deberá cubrir toda el área de la reparación, incluyendo las paredes. La instalación y la mezcla de los componentes del producto epóxico se deberán hacer conforme a las recomendaciones de la hoja técnica de su fabricante.

#### 4.3. COSTO DEL MANTENIMIENTO DEL TRAMO INSPECCIONADO:

En el cuadro 20 se muestra el costo total para el mantenimiento de la avenida La paz desde la cuadra 9 hasta la cuadra 20, además en el Anexo 02 se muestra el análisis de precios unitarios del proyecto.

**Cuadro 20: Presupuesto para el mantenimiento de a Av. La Paz**

<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Presupuesto:</b>	"EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI DE LA AVENIDA LA PAZ"				
<b>Sub-presupuesto:</b>	MANTENIMIENTO DE LA AV. LA PAZ DE LA CUADRA 9 HASTA LA CUADRA 20				
<b>Elaborado por:</b>	Bach. Mendoza Huamán Alwin Hernando				
<b>Lugar:</b>	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA				
<b>Ítem</b>	<b>Descripción:</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>50,223.15</b>
01.01	Movilización y desmovilización de equipos.	glb	1.00	30,000.00	30,000.00
01.02	Caseta de guardiana y almacén	glb	1.00	400.00	400.00
01.03	Trazo y replanteo	m2	16,712.14	0.54	9,024.56
01.04	Mantenimiento de tránsito	mes	0.30	1,064.13	319.24
01.05	Cartel de obra 4.80*2.40	und	1.00	452.07	452.07
01.06	Limpieza de calzada y berma	m2	16,712.14	0.60	10,027.28
<b>02</b>	<b>TRATAMIENTO DE FISURAS (longitudinales, transversales y/o diagonales, de esquina y grietas en bloque).</b>				<b>27,787.59</b>
02.01	Sellado de grietas longitudinales	m	483.16	33.58	16,224.51
02.02	Sellado de grietas transversales y/o diagonales	m	108.05	33.58	3,628.32
02.03	Sellado de grietas de esquina	m	194.40	33.48	6,508.51
02.04	Sellado de grietas de bloque	m	42.60	33.48	1,426.25
<b>03</b>	<b>TRATAMIENTO PARA DESCASCARAMIENTO (juntas y de esquina).</b>				<b>34,733.25</b>
03.01	Parche para descascaramiento de esquina	m3	42.33	58.37	2,470.80
03.02	Reconstrucción de juntas	m3	158.66	58.37	9,260.98
03.03	Sellado de juntas	m	956.80	24.04	23,001.47
<b>04</b>	<b>TRATAMIENTO PARA PULIMIENTO DE LA SUPERFICIE.</b>				<b>41,171.56</b>
04.01	Ranurado de la superficie	m2	2,015.25	20.43	41,171.56
<b>05</b>	<b>TRATAMIENTO PARA ESCALA</b>				<b>1,242.89</b>
05.01	Elevación de losa	m3	11.52	107.89	1,242.89
<b>06</b>	<b>TRATAMIENTO PARA DESNIVEL CARRIL/BERMA</b>				<b>2,087.93</b>
06.01	Renivelación y llenado de bermas	m2	58.42	35.74	2,087.93
<b>07</b>	<b>TRATAMIENTO PARA HUNDIMIENTO Y LOSA DIVIDIDA</b>				<b>17,395.20</b>
07.01	Reparación de pavimento	m2	320.00	54.36	17,395.20
<b>08</b>	<b>TRATAMIENTO PAR PARCHES</b>				<b>2,964.25</b>
08.01	Reemplazo de parche grande deteriorado	m2	44.00	54.36	2,391.84
08.02	Reemplazo de parche pequeño deteriorado	m2	10.53	54.36	572.41
<b>09</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				<b>3,222.81</b>
09.01	Servicios higiénicos portátiles	und	1.00	1,000.00	1,000.00
09.02	Limpieza final de obra	est	1.00	2,222.81	2,222.81
<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>180,828.63</b>		
GASTOS GENERALES (15%)			27,124.29		
UTILIDADES (10%)			18,082.86		
SUB TOTAL			226,035.78		
IGV (18%)			40,686.44		
<b>VALOR REFERENCIAL DE OBRA</b>			<b>266,722.23</b>		
<b>SON : DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS VEINTIDOS Y 23/100 NUEVOS SOLES</b>					

*Fuente: Elaboración Propia.*

#### **4.4. DISCUSIÓN.**

Aplicando la metodología del PCI al tramo estudiado se pudo obtener la evaluación del estado del pavimento rígido dando como resultado una clasificación de BUENO, con un valor PCI de 67.91 según lo mostrado en el cuadro 12, además en la figura 49, se observa que los valores del PCI varían para cada unidad de muestreo, siendo el PCI más bajo, el obtenido en la UM-5 con un valor de 43.53 y una clasificación de REGULAR, mientras que el PCI más alto se encontró en la UM-30 con un valor de 84.56 y una clasificación de MUY BUENO, por lo que se planteó una propuesta de intervención del tipo MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR PERIÓDICO, que consta de un mantenimiento inmediato de las fallas más severas.

En el cuadro 15 se muestra los tipos de fallas y su densidad consideradas para este proyecto de investigación, dentro de las cuales se identificaron 14 tipos, estas fallas son las más comunes de encontrar en la evaluación de pavimentos rígidos por el método del PCI en la ciudad de Cajamarca, siendo el pulimiento de la superficie con una densidad de 29.18% y el descascaramiento de juntas con densidad de 21.87% las fallas más recurrentes esto concuerda con Sánchez, C (2018). Las patologías más incidentes son pulimiento de superficie con un porcentaje del 40.4%, seguidamente del descascaramiento de juntas con 23.2%. En el cuadro 18 se muestra la cantidad total de cada tipo de falla (1107 fallas del tipo funcional y 274 fallas del tipo estructural), Las fallas funcionales son las que afectan a la comodidad en la circulación, las estructurales ponen en riesgo la integridad de la estructura y a su vez repercuten negativamente en la situación funcional.

#### **4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.**

Al aplicar la metodología del PCI, a la evaluación del estado del pavimento rígido de la avenida la Paz en la ciudad de Cajamarca, al tramo comprendido entre la cuadra 9 y la cuadra 20, arrojó un estado de pavimento BUENO, que contrastando con la hipótesis planteada (Regular) resultó ser diferente, no verificándose la hipótesis establecida, resultando la hipótesis nula.

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES.**

- De acuerdo al valor del PCI calculado en el cuadro 9, el tramo inspeccionado de la avenida la Paz desde la cuadra 9 hasta la cuadra 20 tiene un estado de pavimento de BUENO.
- Las fallas encontradas en la avenida la Paz son: Pulimiento de superficie con una incidencia de 29.18%, descascaramiento de juntas con una incidencia de 21.87%, grietas longitudinales con una incidencia de 9.99%, grietas de retracción y descamación con una incidencia de 9.49%, descascaramiento de esquina con una incidencia de 5.94%, grietas de esquina con una incidencia de 5.87%, parche grande deteriorado con una incidencia de 3.98%, desnivel carril / berma con una incidencia de 3.84%, hundimiento (punzonamiento) con una incidencia de 2.90%, y otro tipo de fallas con una incidencia de 6.95%.
- El índice de condición del pavimento, dio como resultado un valor de 67.91, este resultado es el promedio ponderado del PCI de las 35 unidades de muestreo, inspeccionadas en la avenida la Paz.
- De acuerdo al Cuadro 6 y a la Figura 41, se recomienda una intervención del tipo MANTENIMIENTO CORRECTIVO MAYOR PERIÓDICO, que consta de un mantenimiento inmediato de las fallas más severas, además en el cuadro 16 se muestra las posibles soluciones a las fallas encontradas.

### **5.2. RECOMENDACIONES.**

- Monitorear periódicamente las redes viales de Cajamarca, ya que con un adecuado mantenimiento se evitaría gastos de una rehabilitación en la vía.
- La evaluación superficial realizada mediante la metodología del PCI puede ser complementada con métodos de evaluación funcional y estructural, lo cual permitiría una mejor toma de decisiones respecto al tipo de intervención a realizar.
- En vías de alto volumen de tráfico es necesario el uso de elementos de protección como son conos de seguridad y carteles de señalización para realizar la inspección visual.

## **CAPITULO VI: REEFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:**

- AASHTO. (1993). Capítulo I: Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos. V1.
- Alvariano, J. (2016). *DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LA PISTA EN LA AVENIDA LAS MALVINAS, DEL DISTRITO DE MAZAMARI, PROVINCIA DE SATIPO, REGIÓN*. Junín: Universidad Católica los Angeles de Chimbote.
- American Society for Testing and Materials. (2004). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. Estado Unidos.
- Apolinario, E. (2012). *Innovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. Lima, Perú: Tesis maestría, Universidad Nacional de Ingeniería.
- ASTM D6433-03. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Pensilvania.
- Bernaola, R. (2014). *EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AV.HUANCAVELICA. DISTRITO CHILCA, HUANCAYO*. Huancayo, Perú: UNIVERSIDAD DEL CENTRO DEL PERÚ, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL.
- Castillo, R., & Romero, K. (2009). *Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Tarija – Potosí*. Lima, Perú: Tesis título. Universidad Ricardo Palma.
- CE.010, N. N. (2010). *PAVIMENTOS URBANOS*. Lima, Perú: Sencico.
- Dávila, D., Huangal, N., & Salazar, W. (2017). *APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL PCI EN LA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DE LA VIA CANAL DE LA AVENIDA CHICLAYO DISTRITO JOSÉ LEONARDO ORTIZ PROVINCIA DE CHICLAYO PERIODO 2016*. Lambayeque: UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO” ESCUELA DE POSTGRADO.

- Duravia (unidad de negocios de UNICON y UNACEM, P. (2016). *Conoce el pavimento – Ciclo de vida*. Lima, Perú.
- Granda, C. (2019). *EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI EN EL ANILLO VIAL TRAMO CHAUPIMARCA–YANACANCHA–PASCO–2018*. Pasco, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL A. CARRIÓN, FACULTAD DE INGENIERÍA, E.F.P. DE INGENIERÍA CIVIL.
- *Manual de carreteras - Conservación vial, Volumen N°1, Volumen N°2, Volumen N°3*. (2013). Lima, Perú: MTC.
- Menéndez Acuario, J. (2009). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS Materiales, Diseño y Conservación*. Lima, Perú: ICG.
- MTC. (2014). “*Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura*.”Lima.
- MTC. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS R.D.N°10-2014-MTC/2014*. Lima, Perú.
- Rico , A., & Del Castillo, H. (2005). *LA INGENIERÍA DE SUELOS EN LAS VÍAS TERRESTRES*. México: Limusa.
- Rodríguez, D. (2009). *CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AV. LUIS MONTERO, DISTRITO DE CASTILLA*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Tapia García, M. Á. (2015). *PAVIMENTOS*. México: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, FACULTAD DE INGENIERÍA, DECDFI.
- Vásquez, L. (2002). *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras: Manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento Pórtland*. Manizales, Colombia.
- Wong Seminario, J. (2015). “*EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO DE LA CAPA DE RODADURA DE LA CALLE GRAU CUADRAS 01 A LA 06 DEL CENTRO POBLADO DE JÍBITO, DISTRITO DE MIGUEL CHECA, PROVINCIA DE SULLANA, REGIÓN PIURA - OCTUBRE 2015*”. Piura, Perú: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE.

**ANEXOS:**

**ANEXO 01: FORMATO DE EXPLORACIÓN PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO.**

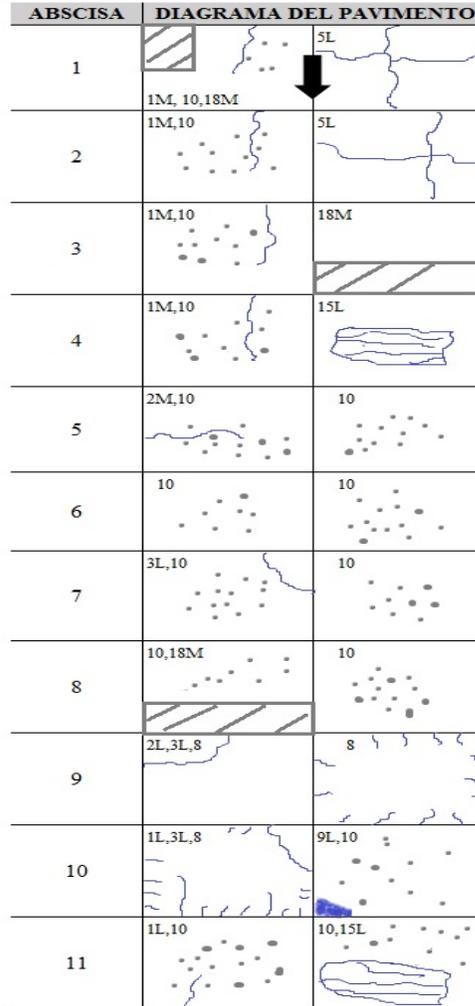
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-01)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 09
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM-1	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T1
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+000	<b>PROG FINAL:</b>	0+035.07
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Baio	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	4	18.18%	13.51
2L	1	4.55%	2.87
2M	1	4.55%	3.74
3L	3	13.64%	11.71
5L	2	9.09%	9.31
8	3	13.64%	0.00
9L	1	4.55%	1.09
10	15	68.18%	8.17
15L	2	9.09%	13.59
18M	3	13.64%	9.18

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	13.59
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.94 ≤ 10



Ordenadas 1 D 2 I

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	5.52	3.74	74.73	8	-
2	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	5.52	2.00	72.99	7	-
3	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	8.17	2.00	2.00	69.47	6	36.50
4	13.59	13.51	11.71	9.31	9.18	2.00	2.00	2.00	63.30	5	33.20
5	13.59	13.51	11.71	9.31	2.00	2.00	2.00	2.00	56.12	4	32.90
6	13.59	13.51	11.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.81	3	31.20
7	13.59	13.51	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.10	2	31.60
8	13.59	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	27.59	1	27.60

Máximo CDV= 36.50  
 PCI= 63.50  
 CLASIFICACIÓN= **BUENO**

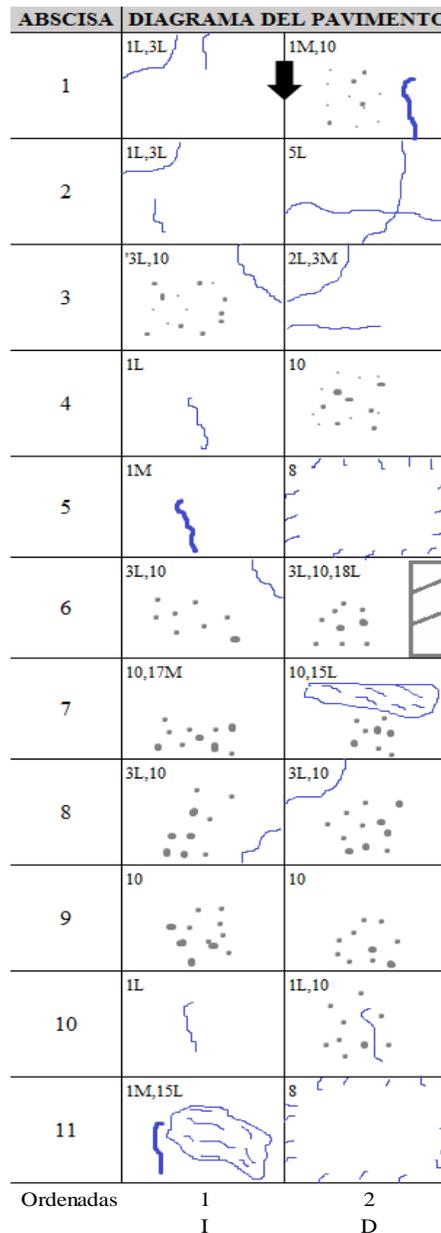
HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-02)			
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Paz	CUADRA:	N° 09
UNIDAD DE MUESTREO:	UM2	CÓDIGO DE VÍA:	T2
NÚMERO DE PAÑOS:	22	FECHA:	21/07/2019
PROG INICIAL:	0+035.07	PROG FINAL:	0+074.41
INSPECCIONADO POR:	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril/ Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	5	22.73%	11.89
1M	3	13.64%	10.56
2L	1	4.55%	2.87
3L	7	31.82%	25.64
3M	1	4.55%	6.89
5L	1	4.55%	4.42
8	2	9.09%	0.00
10	12	54.55%	7.44
15L	2	9.09%	13.59
17M	1	4.55%	0.56
18L	1	4.55%	7.68

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	10
Valor deducido más alto (HDV):	13.59
Núm. Admisibles deducidos (m):	8.94 ≤10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	25.64	13.59	11.89	10.56	7.68	7.44	6.89	83.69	7	-	
2	25.64	13.59	11.89	10.56	7.68	7.44	2.00	78.80	6	40.80	
3	25.64	13.59	11.89	10.56	7.68	2.00	2.00	73.36	5	39.30	
4	25.64	13.59	11.89	10.56	2.00	2.00	2.00	67.68	4	39.90	
5	25.64	13.59	11.89	2.00	2.00	2.00	2.00	59.12	3	38.13	
6	25.64	13.59	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	49.23	2	39.25	
7	25.64	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	37.64	1	37.64	
Máximo CDV=									40.80		
PCI=									59.20		
CLASIFICACIÓN=									<b>BUENO</b>		

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-03)**

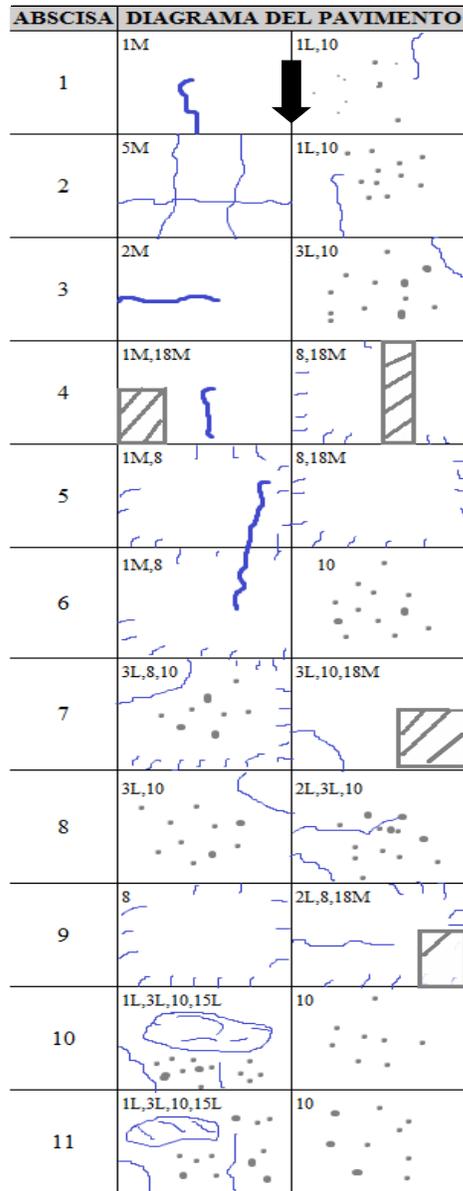
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 09
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM3	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T3
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+074.41	<b>PROG FINAL:</b>	0+105.24
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	5	22.73%	11.89
1M	3	13.64%	10.56
2L	2	9.09%	5.52
2M	1	4.55%	3.74
3L	7	31.82%	25.64
5M	1	4.55%	10.29
8	6	27.27%	0.79
10	13	59.09%	7.71
15L	3	13.64%	19.35
18M	4	18.18%	12.50

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	19.35
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.41 ≤10



Ordenadas 1 I 2 D

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	25.64	19.35	12.50	11.89	10.56	10.29	7.71	97.94	7	-
2	25.64	19.35	12.50	11.89	10.56	10.29	2.00	92.23	6	48.00
3	25.64	19.35	12.50	11.89	10.56	2.00	2.00	83.94	5	45.51
4	25.64	19.35	12.50	11.89	2.00	2.00	2.00	75.38	4	44.48
5	25.64	19.35	12.50	2.00	2.00	2.00	2.00	65.49	3	42.25
6	25.64	19.35	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	54.99	2	43.42
7	25.64	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	37.64	1	37.64

Máximo CDV= 48.00

PCI= 52.00

CLASIFICACIÓN= **REGULAR**

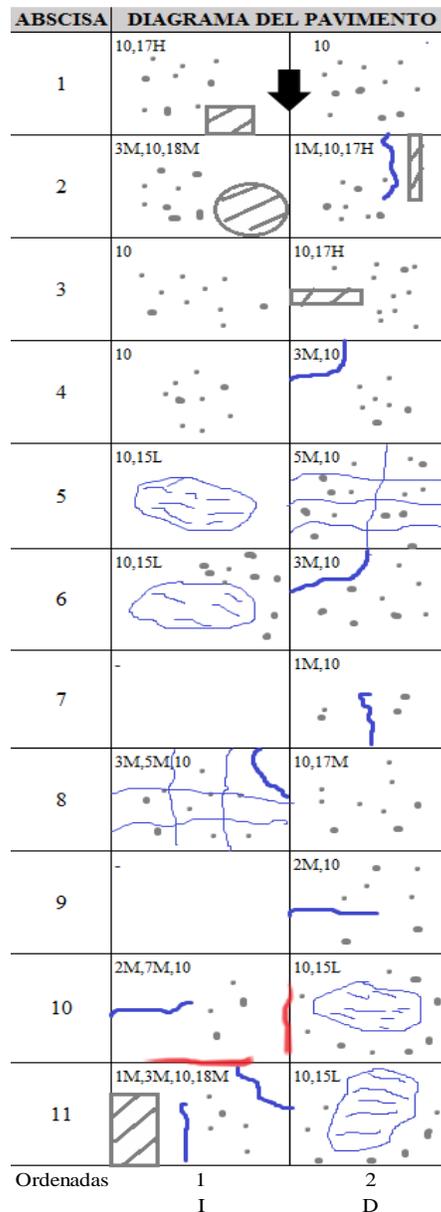
HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-04)			
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Paz	CUADRA:	N° 10
UNIDAD DE MUESTREO:	UM4	CÓDIGO DE VÍA:	T4
NÚMERO DE PAÑOS:	22	FECHA:	21/07/2019
PROG INICIAL:	0+105.24	PROG FINAL:	0+144.37
INSPECCIONADO POR:	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	3	13.64%	10.56
2M	2	9.09%	7.30
3M	5	22.73%	31.77
5M	2	9.09%	17.63
7M	1	4.55%	1.78
10	20	90.91%	9.31
15L	4	18.18%	24.49
17M	1	4.55%	0.56
17H	3	13.64%	6.06
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	31.77
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.27 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	31.77	24.49	17.63	10.56	9.31	7.30	6.06	107.12	7	-	
2	31.77	24.49	17.63	10.56	9.31	7.30	2.00	103.06	6	53.60	
3	31.77	24.49	17.63	10.56	9.31	2.00	2.00	97.76	5	53.31	
4	31.77	24.49	17.63	10.56	2.00	2.00	2.00	90.45	4	52.98	
5	31.77	24.49	17.63	2.00	2.00	2.00	2.00	81.89	3	52.44	
6	31.77	24.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	66.26	2	51.33	
7	31.77	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	43.77	1	43.77	

Máximo CDV= 53.60

PCI= 46.40

CLASIFICACIÓN= **REGULAR**

HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-05)																																																																																																																																						
NOMBRE DE LA VÍA: Av. La Paz				CUADRA: N° 10																																																																																																																																		
UNIDAD DE MUESTREO: UM5				CÓDIGO DE VÍA: T5																																																																																																																																		
NÚMERO DE PAÑOS: 22				FECHA: 21/07/2019																																																																																																																																		
PROG INICIAL: 0+144.37				PROG FINAL: 0+181.62																																																																																																																																		
INSPECCIONADO POR:				Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE FALLA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Grietas Longitudinales.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Grietas Transversales y/o Diagonales.</td></tr> <tr><td>3</td><td>Grietas de Esquina.</td></tr> <tr><td>4</td><td>Grietas de durabilidad "D".</td></tr> <tr><td>5</td><td>Grietas en Bloque.</td></tr> <tr><td>6</td><td>Deterioro de sello.</td></tr> <tr><td>7</td><td>Descascaramiento de Juntas.</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grietas de Retracción y Descamación.</td></tr> <tr><td>9</td><td>Descascaramiento de Esquina.</td></tr> <tr><td>10</td><td>Pulimiento de Superficie.</td></tr> <tr><td>11</td><td>Desintegración, agujeros (popouts)</td></tr> <tr><td>12</td><td>Blow Up (Levantamiento Localizado)</td></tr> <tr><td>13</td><td>Escala</td></tr> <tr><td>14</td><td>Desnivel Carril / Berma</td></tr> <tr><td>15</td><td>Hundimiento (Punzonamiento).</td></tr> <tr><td>16</td><td>Exudación y Bombeo.</td></tr> <tr><td>17</td><td>Parche Pequeño Deteriorado.</td></tr> <tr><td>18</td><td>Parche Grande Deteriorado.</td></tr> </tbody> </table>				N°	TIPO DE FALLA	1	Grietas Longitudinales.	2	Grietas Transversales y/o Diagonales.	3	Grietas de Esquina.	4	Grietas de durabilidad "D".	5	Grietas en Bloque.	6	Deterioro de sello.	7	Descascaramiento de Juntas.	8	Grietas de Retracción y Descamación.	9	Descascaramiento de Esquina.	10	Pulimiento de Superficie.	11	Desintegración, agujeros (popouts)	12	Blow Up (Levantamiento Localizado)	13	Escala	14	Desnivel Carril / Berma	15	Hundimiento (Punzonamiento).	16	Exudación y Bombeo.	17	Parche Pequeño Deteriorado.	18	Parche Grande Deteriorado.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ABSCISA</th> <th colspan="2">DIAGRAMA DEL PAVIMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>1L,3L,10</td><td>10</td></tr> <tr><td>2</td><td>3L,10</td><td>1L,10</td></tr> <tr><td>3</td><td>1L,10,17M</td><td>1L,10,18M</td></tr> <tr><td>4</td><td>2M,3L,10</td><td>1L,10</td></tr> <tr><td>5</td><td>1L,10</td><td>10</td></tr> <tr><td>6</td><td>10</td><td>10,15L</td></tr> <tr><td>7</td><td>1L,3L,10</td><td>10,15L</td></tr> <tr><td>8</td><td>1L,10,15L</td><td>8,15L</td></tr> <tr><td>9</td><td>2M</td><td>5M</td></tr> <tr><td>10</td><td>5M</td><td>5M</td></tr> <tr><td>11</td><td>2M,3L</td><td>3L,8</td></tr> </tbody> </table>							ABSCISA	DIAGRAMA DEL PAVIMENTO		1	1L,3L,10	10	2	3L,10	1L,10	3	1L,10,17M	1L,10,18M	4	2M,3L,10	1L,10	5	1L,10	10	6	10	10,15L	7	1L,3L,10	10,15L	8	1L,10,15L	8,15L	9	2M	5M	10	5M	5M	11	2M,3L	3L,8																																																		
N°	TIPO DE FALLA																																																																																																																																					
1	Grietas Longitudinales.																																																																																																																																					
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.																																																																																																																																					
3	Grietas de Esquina.																																																																																																																																					
4	Grietas de durabilidad "D".																																																																																																																																					
5	Grietas en Bloque.																																																																																																																																					
6	Deterioro de sello.																																																																																																																																					
7	Descascaramiento de Juntas.																																																																																																																																					
8	Grietas de Retracción y Descamación.																																																																																																																																					
9	Descascaramiento de Esquina.																																																																																																																																					
10	Pulimiento de Superficie.																																																																																																																																					
11	Desintegración, agujeros (popouts)																																																																																																																																					
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)																																																																																																																																					
13	Escala																																																																																																																																					
14	Desnivel Carril / Berma																																																																																																																																					
15	Hundimiento (Punzonamiento).																																																																																																																																					
16	Exudación y Bombeo.																																																																																																																																					
17	Parche Pequeño Deteriorado.																																																																																																																																					
18	Parche Grande Deteriorado.																																																																																																																																					
ABSCISA	DIAGRAMA DEL PAVIMENTO																																																																																																																																					
1	1L,3L,10	10																																																																																																																																				
2	3L,10	1L,10																																																																																																																																				
3	1L,10,17M	1L,10,18M																																																																																																																																				
4	2M,3L,10	1L,10																																																																																																																																				
5	1L,10	10																																																																																																																																				
6	10	10,15L																																																																																																																																				
7	1L,3L,10	10,15L																																																																																																																																				
8	1L,10,15L	8,15L																																																																																																																																				
9	2M	5M																																																																																																																																				
10	5M	5M																																																																																																																																				
11	2M,3L	3L,8																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Nivel de Severidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L: Bajo</td> <td>M: Medio.</td> <td>H: Alto.</td> </tr> </tbody> </table>				Nivel de Severidad			L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.																																																																																																																													
Nivel de Severidad																																																																																																																																						
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Falla</th> <th>N° Losas</th> <th>Densidad (%)</th> <th>Valor deducido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1L</td><td>8</td><td>36.36%</td><td>16.90</td></tr> <tr><td>2M</td><td>3</td><td>13.64%</td><td>10.56</td></tr> <tr><td>3L</td><td>6</td><td>27.27%</td><td>22.45</td></tr> <tr><td>5M</td><td>3</td><td>13.64%</td><td>24.27</td></tr> <tr><td>8</td><td>2</td><td>9.09%</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>10</td><td>15</td><td>68.18%</td><td>8.17</td></tr> <tr><td>15L</td><td>4</td><td>18.18%</td><td>24.49</td></tr> <tr><td>17M</td><td>1</td><td>4.55%</td><td>0.56</td></tr> <tr><td>18M</td><td>1</td><td>4.55%</td><td>2.23</td></tr> </tbody> </table>				Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido	1L	8	36.36%	16.90	2M	3	13.64%	10.56	3L	6	27.27%	22.45	5M	3	13.64%	24.27	8	2	9.09%	0.00	10	15	68.18%	8.17	15L	4	18.18%	24.49	17M	1	4.55%	0.56	18M	1	4.55%	2.23																																																																																											
Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido																																																																																																																																			
1L	8	36.36%	16.90																																																																																																																																			
2M	3	13.64%	10.56																																																																																																																																			
3L	6	27.27%	22.45																																																																																																																																			
5M	3	13.64%	24.27																																																																																																																																			
8	2	9.09%	0.00																																																																																																																																			
10	15	68.18%	8.17																																																																																																																																			
15L	4	18.18%	24.49																																																																																																																																			
17M	1	4.55%	0.56																																																																																																																																			
18M	1	4.55%	2.23																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CÁLCULO DEL PCI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Númmers deducidos &gt; 2 (q):</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Valor deducido más alto (HDV):</td> <td>24.49</td> </tr> <tr> <td>Núm. Admisibles deducidos (mi):</td> <td>7.93</td> </tr> </tbody> </table>				CÁLCULO DEL PCI		Númmers deducidos > 2 (q):	9	Valor deducido más alto (HDV):	24.49	Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.93																																																																																																																											
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																						
Númmers deducidos > 2 (q):	9																																																																																																																																					
Valor deducido más alto (HDV):	24.49																																																																																																																																					
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.93																																																																																																																																					
				Ordenadas			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>I</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>					1	2		I	D																																																																																																																						
	1	2																																																																																																																																				
	I	D																																																																																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>#</th> <th colspan="8">VALOR DEDUCIDO</th> <th>TOTAL</th> <th>q</th> <th>CDV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>22.45</td> <td>16.90</td> <td>10.56</td> <td>8.17</td> <td>2.23</td> <td>109.07</td> <td>7</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>22.45</td> <td>16.90</td> <td>10.56</td> <td>8.17</td> <td>2.00</td> <td>108.84</td> <td>6</td> <td>56.47</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>22.45</td> <td>16.90</td> <td>10.56</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>102.67</td> <td>5</td> <td>55.98</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>22.45</td> <td>16.90</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>94.11</td> <td>4</td> <td>54.98</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>22.45</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>79.21</td> <td>3</td> <td>50.81</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>24.49</td> <td>24.27</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>58.76</td> <td>2</td> <td>46.09</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>24.49</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> <td>36.49</td> <td>1</td> <td>36.49</td> </tr> <tr> <td colspan="10">Máximo CDV=</td> <td colspan="2">56.47</td> </tr> <tr> <td colspan="10">PCI=</td> <td colspan="2">43.53</td> </tr> <tr> <td colspan="11">CLASIFICACIÓN= <b>REGULAR</b></td> </tr> </tbody> </table>											#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	1	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	8.17	2.23	109.07	7	-	2	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	8.17	2.00	108.84	6	56.47	3	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	2.00	2.00	102.67	5	55.98	4	24.49	24.27	22.45	16.90	2.00	2.00	2.00	94.11	4	54.98	5	24.49	24.27	22.45	2.00	2.00	2.00	2.00	79.21	3	50.81	6	24.49	24.27	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.76	2	46.09	7	24.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.49	1	36.49	Máximo CDV=										56.47		PCI=										43.53		CLASIFICACIÓN= <b>REGULAR</b>										
#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																																																																																																																											
1	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	8.17	2.23	109.07	7	-																																																																																																																												
2	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	8.17	2.00	108.84	6	56.47																																																																																																																												
3	24.49	24.27	22.45	16.90	10.56	2.00	2.00	102.67	5	55.98																																																																																																																												
4	24.49	24.27	22.45	16.90	2.00	2.00	2.00	94.11	4	54.98																																																																																																																												
5	24.49	24.27	22.45	2.00	2.00	2.00	2.00	79.21	3	50.81																																																																																																																												
6	24.49	24.27	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.76	2	46.09																																																																																																																												
7	24.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.49	1	36.49																																																																																																																												
Máximo CDV=										56.47																																																																																																																												
PCI=										43.53																																																																																																																												
CLASIFICACIÓN= <b>REGULAR</b>																																																																																																																																						

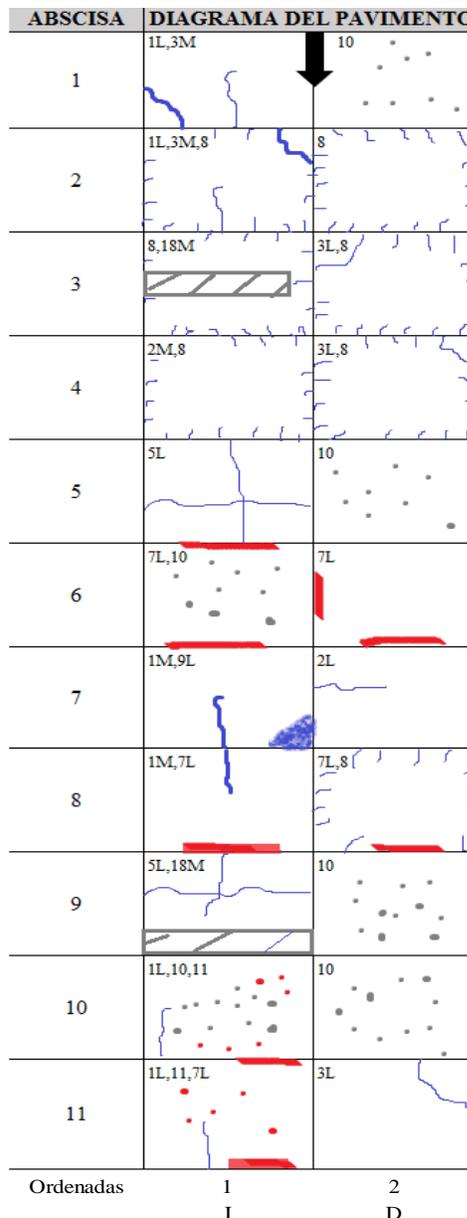
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-06)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 10
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM6	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T6
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+181.62	<b>PROG FINAL:</b>	0+220.34
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	4	18.18%	10.02
1M	2	9.09%	7.30
2L	1	4.55%	2.87
2M	1	4.55%	3.74
3L	3	13.64%	11.71
3M	2	9.09%	14.16
5L	2	9.09%	9.31
7L	5	22.73%	5.07
8	7	31.82%	1.05
9L	1	4.55%	1.09
10	6	27.27%	4.79
11	2	9.09%	1.24
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	14.16
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.88 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	14.16	11.71	10.02	9.31	7.30	5.76	5.07	4.79	68.12	8	-
2	14.16	11.71	10.02	9.31	7.30	5.76	5.07	2.00	65.33	7	-
3	14.16	11.71	10.02	9.31	7.30	5.76	2.00	2.00	62.26	6	31.45
4	14.16	11.71	10.02	9.31	7.30	2.00	2.00	2.00	58.50	5	30.24
5	14.16	11.71	10.02	9.31	2.00	2.00	2.00	2.00	53.20	4	31.10
6	14.16	11.71	10.02	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	45.89	3	29.29
7	14.16	11.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	37.87	2	30.72
8	14.16	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	28.16	1	28.16
Máximo CDV=										31.45	
PCI=										68.55	

CLASIFICACIÓN= **BUENO**

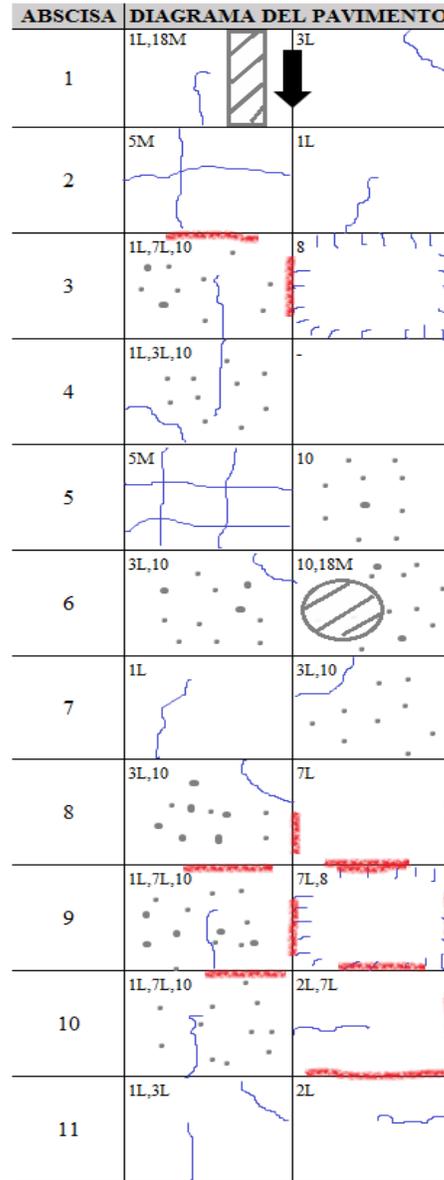
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-07)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 11
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM7	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T7
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+220.34	<b>PROG FINAL:</b>	0+259.43
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	8	36.36%	16.19
2L	2	9.09%	5.52
3L	6	27.27%	22.45
5M	2	9.09%	17.63
7L	6	27.27%	5.90
8	2	9.09%	0.00
10	9	40.91%	6.35
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	22.45
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.12 ≤ 10



Ordenadas 1 2  
I D

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	22.45	17.63	16.19	6.35	5.90	5.76	5.52	79.80	7	-	
2	22.45	17.63	16.19	6.35	5.90	5.76	2.00	76.28	6	39.44	
3	22.45	17.63	16.19	6.35	5.90	2.00	2.00	72.52	5	38.84	
4	22.45	17.63	16.19	6.35	2.00	2.00	2.00	68.62	4	40.51	
5	22.45	17.63	16.19	2.00	2.00	2.00	2.00	64.27	3	41.47	
6	22.45	17.63	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.08	2	39.87	
7	22.45	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.45	1	34.45	

Máximo CDV= 41.47

PCI= 58.53

CLASIFICACIÓN= BUENO

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-08)**

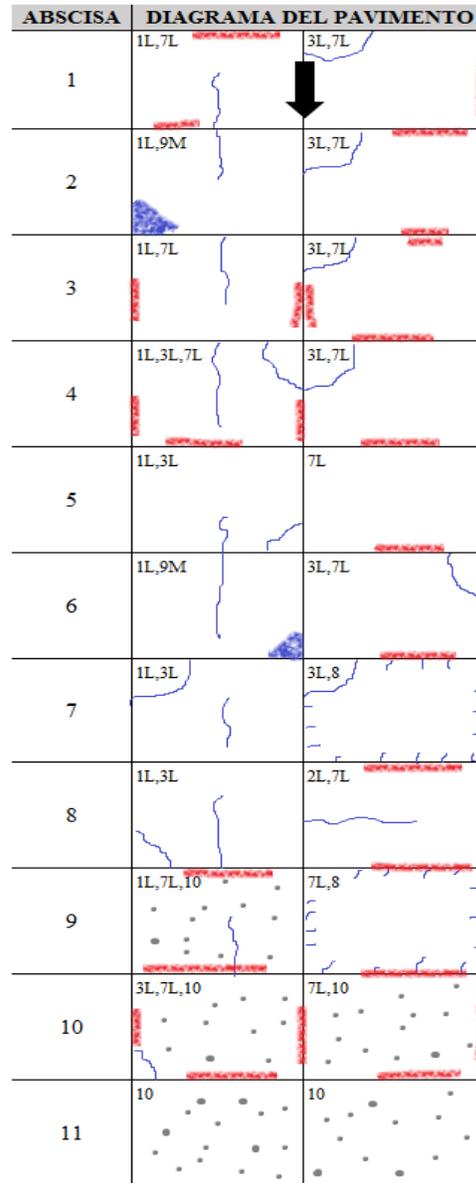
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 11
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM8	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T8
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+259.43	<b>PROG FINAL:</b>	0+294.51
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	9	40.91%	17.24
2L	1	4.55%	2.87
3L	11	50.00%	37.50
7L	14	63.64%	10.55
8	2	9.09%	0.00
9M	2	9.09%	4.01
10	5	22.73%	4.14

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	37.50
Núm. Admisibles deducidos (mi):	6.74 ≤ 10



Ordenadas                    1                    2  
     I                    D

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	37.50	17.24	10.55	4.14	4.01	2.87	76.31	6	39.45
2	37.50	17.24	10.55	4.14	4.01	2.00	75.44	5	40.57
3	37.50	17.24	10.55	4.14	2.00	2.00	73.43	4	43.34
4	37.50	17.24	10.55	2.00	2.00	2.00	71.29	3	45.92
5	37.50	17.24	2.00	2.00	2.00	2.00	62.74	2	48.88
6	37.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	47.50	1	47.50

Máximo CDV= 48.88

PCI= 51.12

CLASIFICACIÓN= **REGULAR**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-09)**

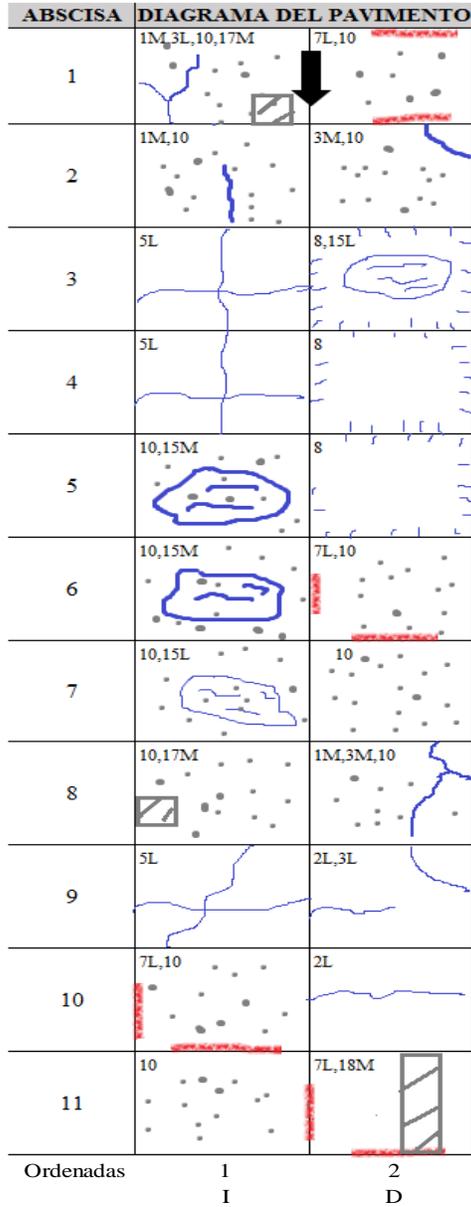
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 11
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM9	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T9
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+294.51	<b>PROG FINAL:</b>	0+337.13
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	3	13.64%	10.56
2L	2	9.09%	5.52
3L	2	9.09%	7.73
3M	2	9.09%	14.16
5L	3	13.64%	13.82
7L	4	18.18%	4.17
8	3	13.64%	0.00
10	13	59.09%	7.71
15L	2	9.09%	13.59
15M	2	9.09%	20.21
17M	2	9.09%	1.55
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	20.21
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.33 ≤10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	20.21	14.16	13.82	13.59	10.56	7.73	7.71	5.52	93.30	8	-
2	20.21	14.16	13.82	13.59	10.56	7.73	7.71	2.00	89.78	7	-
3	20.21	14.16	13.82	13.59	10.56	7.73	2.00	2.00	84.07	6	43.71
4	20.21	14.16	13.82	13.59	10.56	2.00	2.00	2.00	78.34	5	42.29
5	20.21	14.16	13.82	13.59	2.00	2.00	2.00	2.00	69.78	4	41.19
6	20.21	14.16	13.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.19	3	37.52
7	20.21	14.16	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.37	2	37.15
8	20.21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.21	1	34.21
Máximo CDV=										43.71	
PCI=										56.29	
CLASIFICACIÓN=										<b>BUENO</b>	

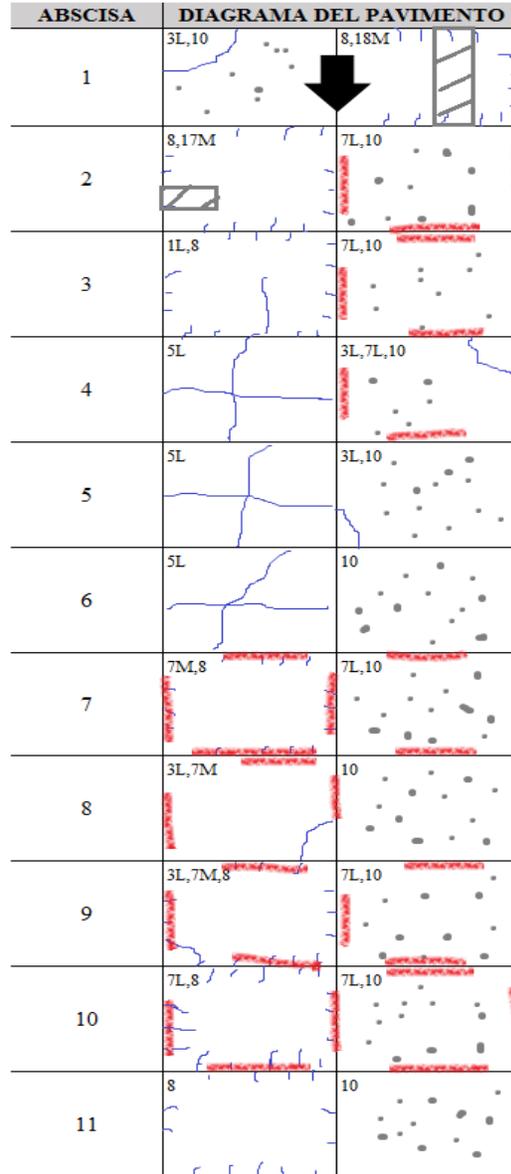
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-10)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 11
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM10	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T10
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+337.13	<b>PROG FINAL:</b>	0+378.88
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
3L	5	22.73%	19.08
5L	3	13.64%	13.82
7L	7	31.82%	6.67
7M	3	13.64%	6.09
8	7	31.82%	1.05
10	11	50.00%	7.20
17M	1	4.55%	0.56
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	19.08
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.43 ≤ 10



Ordenadas 1 2  
I D

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	19.08	13.82	7.20	6.67	6.09	2.87	2.23	57.96	7	-	
2	19.08	13.82	7.20	6.67	6.09	2.87	2.00	57.73	6	28.78	
3	19.08	13.82	7.20	6.67	6.09	2.00	2.00	56.86	5	29.21	
4	19.08	13.82	7.20	6.67	2.00	2.00	2.00	52.77	4	30.83	
5	19.08	13.82	7.20	2.00	2.00	2.00	2.00	48.10	3	30.79	
6	19.08	13.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	42.90	2	34.56	
7	19.08	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.08	1	31.08	

Máximo CDV= 34.56

PCI= 65.44

CLASIFICACIÓN= BUENO

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-11)**

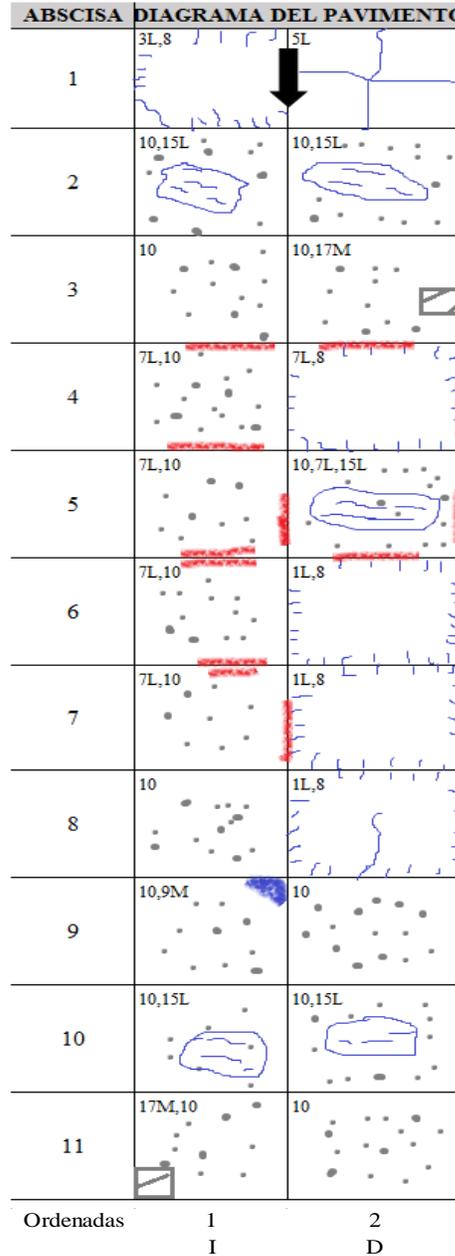
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 12
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM11	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T11
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+378.88	<b>PROG FINAL:</b>	0+410.63
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	13.64%	7.91
3L	1	4.55%	3.56
5L	1	4.55%	4.42
7L	6	27.27%	5.90
8	5	22.73%	0.55
9M	1	4.55%	1.78
10	16	72.73%	8.37
15L	5	22.73%	29.08
17M	2	9.09%	1.55

CÁLCULO DEL PCI	
Númmos deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	29.08
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	7.51 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	29.08	8.37	7.91	5.90	4.42	3.56	59.24	6	29.68
2	29.08	8.37	7.91	5.90	4.42	2.00	57.68	5	29.73
3	29.08	8.37	7.91	5.90	2.00	2.00	55.26	4	32.29
4	29.08	8.37	7.91	2.00	2.00	2.00	51.36	3	22.34
5	29.08	8.37	2.00	2.00	2.00	2.00	45.45	2	33.00
6	29.08	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.08	1	23.56

Máximo CDV= 33.00

PCI= 67.00

CLASIFICACIÓN= **BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-12)**

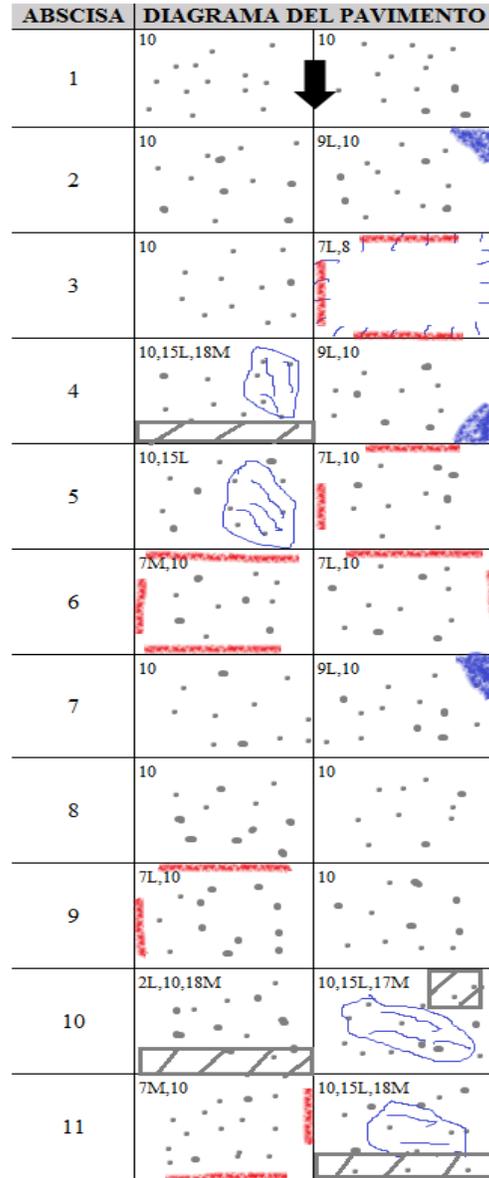
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 12
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM12	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T12
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+410.63	<b>PROG FINAL:</b>	0+443.33
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	4.55%	2.87
7L	4	18.18%	4.17
7M	2	9.09%	4.01
8	1	4.55%	0.00
9L	3	13.64%	3.21
10	21	95.45%	9.16
15L	4	18.18%	24.49
17M	1	4.55%	0.56
18M	3	13.64%	9.18

CÁLCULO DEL PCI	
Númmeros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	24.49
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.93 ≤10



Ordenadas 1 I 2 D

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	24.49	9.18	9.16	4.17	4.01	3.21	2.87	57.09	7	-	
2	24.49	9.18	9.16	4.17	4.01	3.21	2.00	56.22	6	27.88	
3	24.49	9.18	9.16	4.17	4.01	2.00	2.00	55.01	5	28.04	
4	24.49	9.18	9.16	4.17	2.00	2.00	2.00	53.00	4	30.98	
5	24.49	9.18	9.16	2.00	2.00	2.00	2.00	50.83	3	32.64	
6	24.49	9.18	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	43.67	2	35.14	
7	24.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.49	1	36.49	

Máximo CDV= 36.49

PCI= 63.51

CLASIFICACIÓN= BUENO

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-13)**

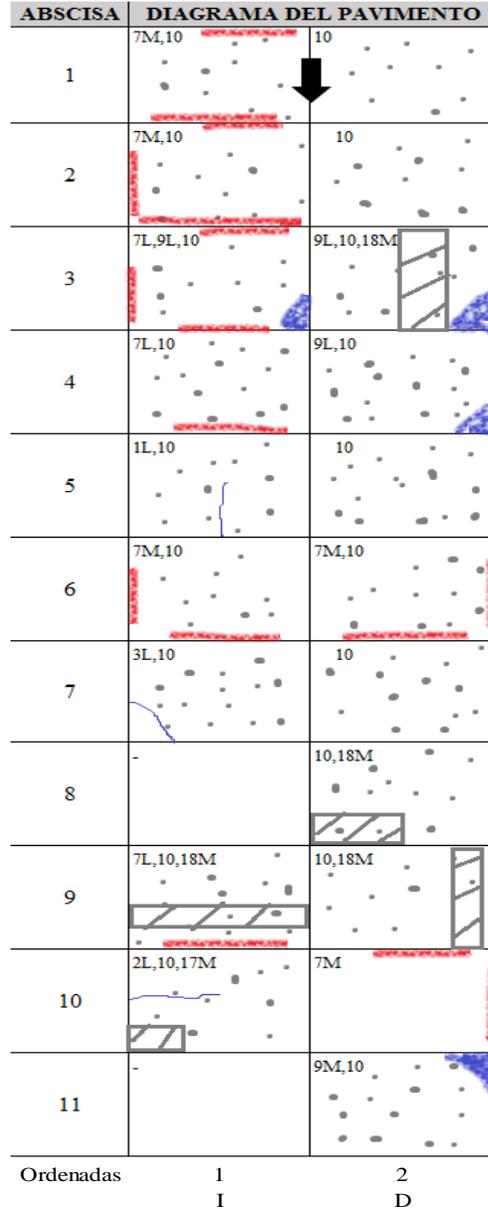
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 13
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM13	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T13
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+443.33	<b>PROG FINAL:</b>	0+476.28
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
2L	1	4.55%	2.87
3L	1	4.55%	3.56
7L	3	13.64%	3.21
7M	5	22.73%	9.85
9L	3	13.64%	3.21
9M	1	4.55%	1.78
10	19	86.36%	8.86
17M	1	4.55%	0.56
18M	4	18.18%	12.50

CÁLCULO DEL PCI	
Númmeros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	12.50
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.04



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	12.50	9.85	8.86	3.56	3.21	3.21	2.87	2.87	46.93	8	-
2	12.50	9.85	8.86	3.56	3.21	3.21	2.87	2.00	46.06	7	-
3	12.50	9.85	8.86	3.56	3.21	3.21	2.00	2.00	45.19	6	21.19
4	12.50	9.85	8.86	3.56	3.21	2.00	2.00	2.00	43.98	5	20.93
5	12.50	9.85	8.86	3.56	2.00	2.00	2.00	2.00	42.77	4	24.46
6	12.50	9.85	8.86	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	41.21	3	26.07
7	12.50	9.85	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.35	2	27.97
8	12.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	26.50	1	26.50

Máximo CDV= 27.97

PCI= 72.03

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-14)**

NOMBRE DE LA VÍA: Av. La Paz  
 UNIDAD DE MUESTREO: UM14  
 NÚMERO DE PAÑOS: 22  
 PROG INICIAL: 0+476.28

CUADRA: N° 13  
 CÓDIGO DE VÍA: T14  
 FECHA: 21/07/2019  
 PROG FINAL: 0+509.27

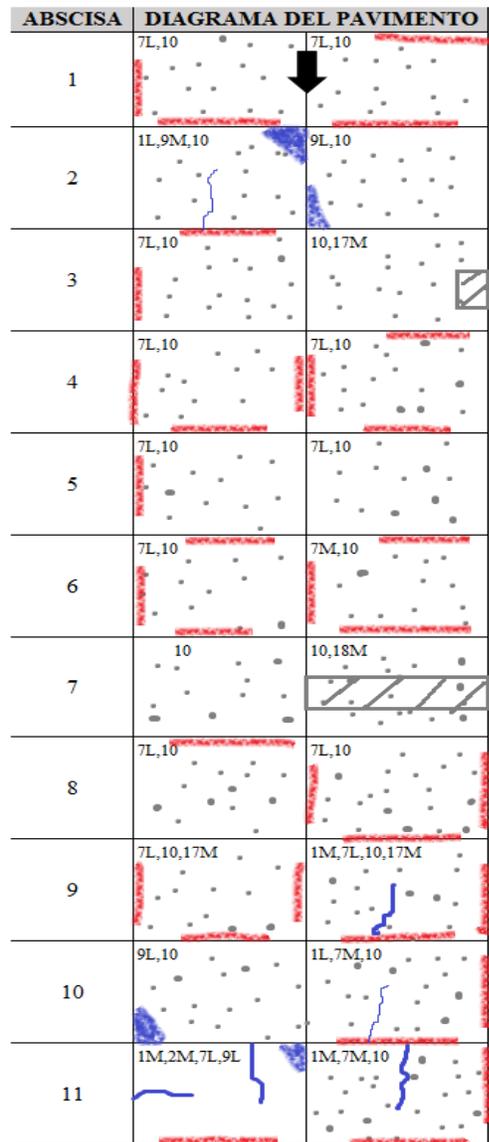
INSPECCIONADO POR: Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	3	13.64%	10.56
2M	1	4.55%	3.74
7L	13	59.09%	10.15
7M	3	13.64%	6.09
9L	3	13.64%	3.21
9M	1	4.55%	1.78
10	21	95.45%	9.50
17M	3	13.64%	2.59
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	10.56
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.21 ≤ 10



Ordenadas 1 I 2 D

#	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV
1	10.56	10.15	9.50	6.09	5.52	3.74	3.21	2.59	2.23		53.59	9	21.73
2	10.56	10.15	9.50	6.09	5.52	3.74	3.21	2.59	2.00		53.36	8	-
3	10.56	10.15	9.50	6.09	5.52	3.74	3.21	2.00	2.00		52.77	7	-
4	10.56	10.15	9.50	6.09	5.52	3.74	2.00	2.00	2.00		51.56	6	25.09
5	10.56	10.15	9.50	6.09	5.52	2.00	2.00	2.00	2.00		49.82	5	24.73
6	10.56	10.15	9.50	6.09	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		46.30	4	26.73
7	10.56	10.15	9.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		42.21	3	26.76
8	10.56	10.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		34.71	2	28.26
9	10.56	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		26.56	1	26.56

Máximo CDV= 28.26

PCI= 71.74

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-15)**

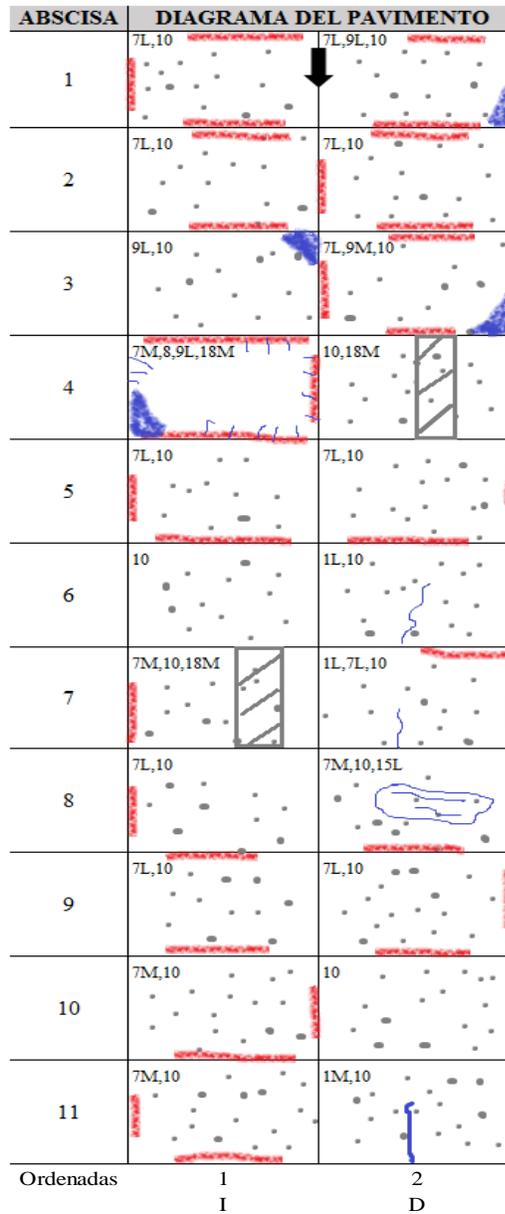
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 13
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM15	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T15
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+509.27	<b>PROG FINAL:</b>	0+542.24
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	1	4.55%	3.74
7L	11	50.00%	9.40
7M	5	22.73%	9.85
8	1	4.55%	0.00
9L	3	13.64%	3.21
9M	1	4.55%	1.78
10	21	95.45%	9.51
15L	1	4.55%	7.20
18M	3	13.64%	9.18

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	9.85
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.28 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV	
1	9.85	9.51	9.40	9.18	7.20	5.52	3.74	3.21	57.61	8	-
2	9.85	9.51	9.40	9.18	7.20	5.52	3.74	2.00	56.40	7	-
3	9.85	9.51	9.40	9.18	7.20	5.52	2.00	2.00	54.66	6	26.96
4	9.85	9.51	9.40	9.18	7.20	2.00	2.00	2.00	51.14	5	25.58
5	9.85	9.51	9.40	9.18	2.00	2.00	2.00	2.00	45.94	4	26.50
6	9.85	9.51	9.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.76	3	24.37
7	9.85	9.51	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.36	2	25.59
8	9.85	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	23.85	1	23.85

Máximo CDV=	26.96
PCI=	73.04

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-16)**

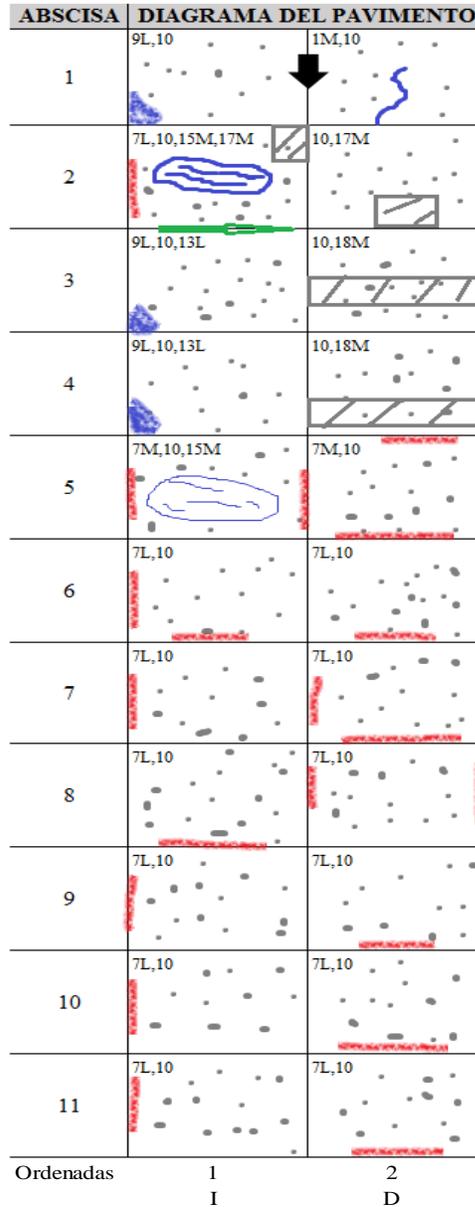
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 14
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM16	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T16
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	21/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+542.24	<b>PROG FINAL:</b>	0+582.76
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	4.55%	3.74
7L	13	59.09%	10.15
7M	2	9.09%	4.01
9L	3	13.64%	3.21
10	22	100.00%	9.70
13L	2	9.09%	3.48
15M	2	9.09%	20.21
17M	2	9.09%	1.55
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	20.21
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.33 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	20.21	10.15	9.70	5.76	4.01	3.74	3.48	3.21	60.26	8	-
2	20.21	10.15	9.70	5.76	4.01	3.74	3.48	2.00	59.05	7	-
3	20.21	10.15	9.70	5.76	4.01	3.74	2.00	2.00	57.57	6	28.69
4	20.21	10.15	9.70	5.76	4.01	2.00	2.00	2.00	55.83	5	28.56
5	20.21	10.15	9.70	5.76	2.00	2.00	2.00	2.00	53.82	4	31.49
6	20.21	10.15	9.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.06	3	32.12
7	20.21	10.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	42.36	2	34.15
8	20.21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.21	1	34.21

Máximo CDV=	34.21
PCI=	65.79

CLASIFICACIÓN= **BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-17)**

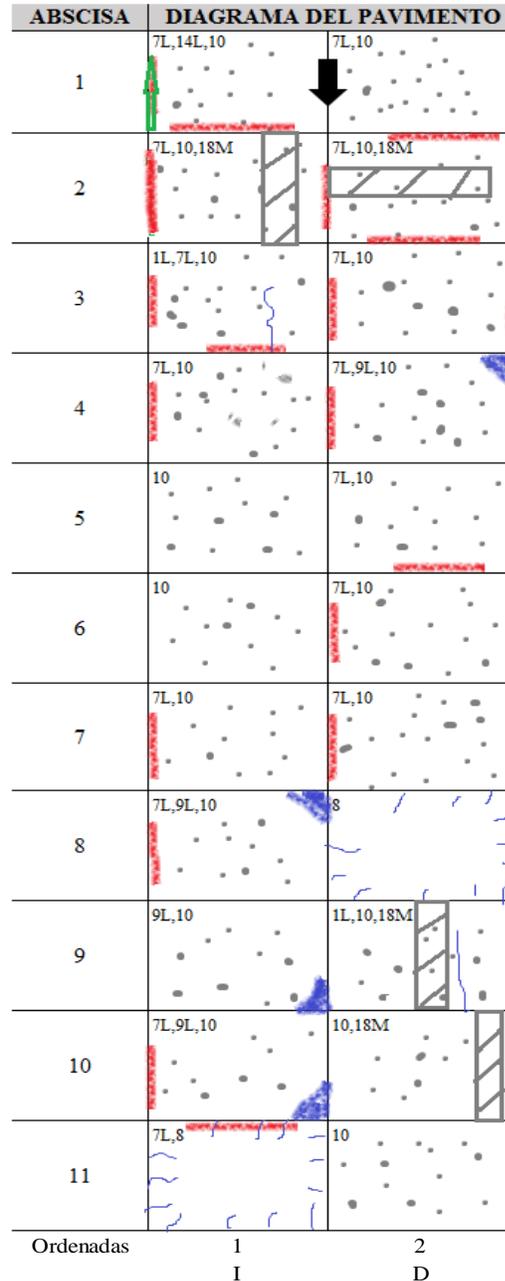
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 14
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM17	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T17
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	27/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+582.76	<b>PROG FINAL:</b>	0+619.85
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
7L	15	68.18%	10.92
8	2	9.09%	0.00
9L	4	18.18%	4.17
10	20	90.91%	9.30
14L	1	4.55%	0.74
18M	4	18.18%	12.50

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	12.50
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.04 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	12.50	10.92	9.30	5.52	4.17	42.41	5	19.89
2	12.50	10.92	9.30	5.52	2.00	40.24	4	22.81
3	12.50	10.92	9.30	2.00	2.00	36.72	3	22.94
4	12.50	10.92	2.00	2.00	2.00	29.42	2	24.02
5	12.50	2.00	2.00	2.00	2.00	20.50	1	20.50

Máximo CDV=	24.02
PCI=	75.98

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

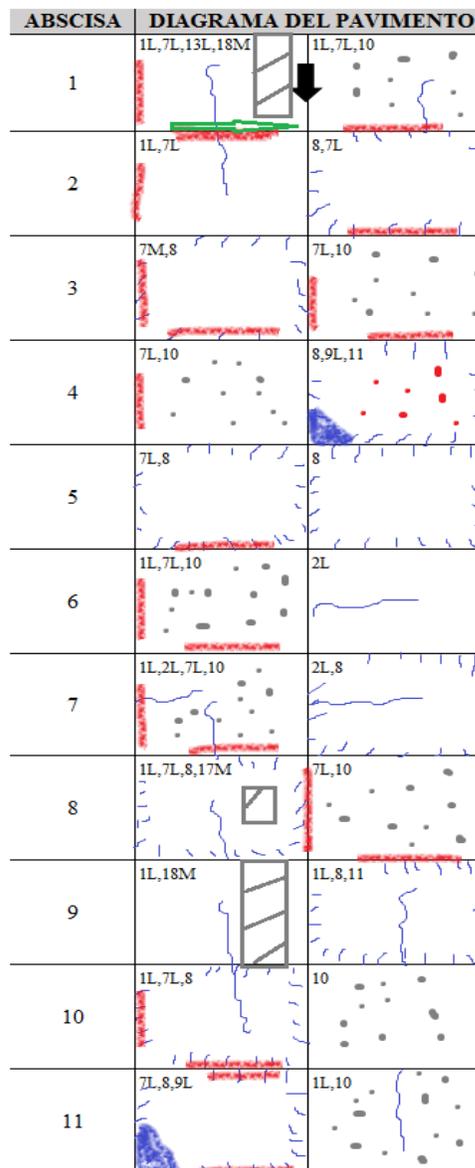
HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-18)			
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Paz	CUADRA:	Nº 14
UNIDAD DE MUESTREO:	UM18	CÓDIGO DE VÍA:	T18
NÚMERO DE PAÑOS:	22	FECHA:	27/07/2019
PROG INICIAL:	0+619.85	PROG FINAL:	0+656.95
INSPECCIONADO POR:	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril/ Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	10	45.45%	18.13
2L	3	13.64%	7.91
7L	13	59.09%	10.15
7M	1	4.55%	1.78
8	10	45.45%	2.10
9L	2	9.09%	2.18
10	8	36.36%	5.89
11	2	9.09%	1.24
13L	1	4.55%	1.11
17M	1	4.55%	0.56
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	18.13
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.52 ≤ 10



Ordenadas 1 2  
I D

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	18.13	10.15	7.91	5.89	5.76	2.18	2.10	52.12	7	-	
2	18.13	10.15	7.91	5.89	5.76	2.18	2.00	52.02	6	25.4	
3	18.13	10.15	7.91	5.89	5.76	2.00	2.00	51.84	5	26.03	
4	18.13	10.15	7.91	5.89	2.00	2.00	2.00	48.08	4	27.87	
5	18.13	10.15	7.91	2.00	2.00	2.00	2.00	44.19	3	28.12	
6	18.13	10.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	38.28	2	31.04	
7	18.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	30.13	1	30.13	

Máximo CDV= 31.04  
PCI= 68.96  
CLASIFICACIÓN= BUENO

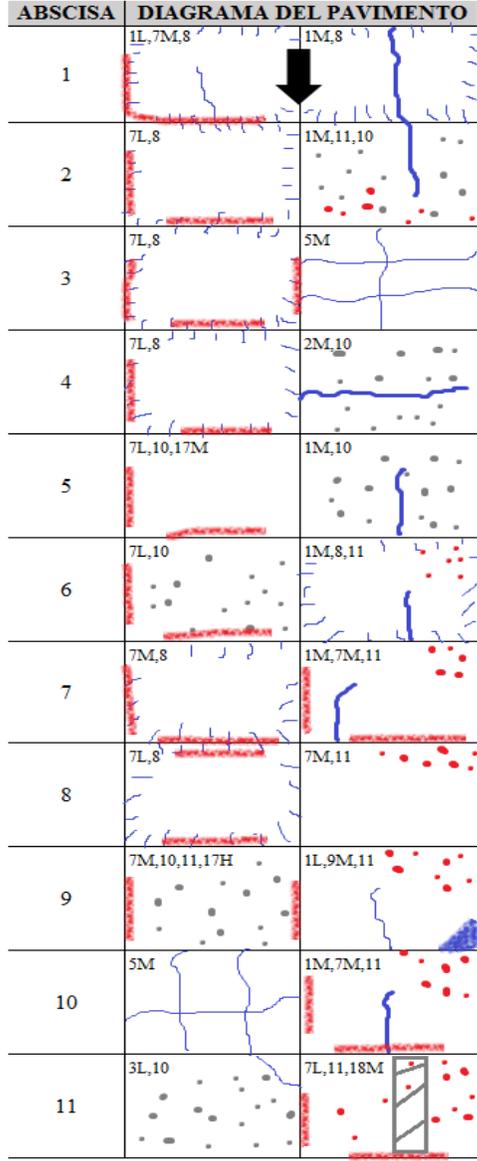
HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-19)			
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Paz	CUADRA:	Nº 14
UNIDAD DE MUESTREO:	UM19	CÓDIGO DE VÍA:	T19
NÚMERO DE PAÑOS:	22	FECHA:	27/07/2019
PROG INICIAL:	0+656.95	PROG FINAL:	0+694.32
INSPECCIONADO POR:	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	6	27.27%	18.61
2M	1	4.55%	3.74
3L	1	4.55%	3.56
5M	2	9.09%	17.63
7L	7	31.82%	6.67
7M	6	27.27%	11.53
8	8	36.36%	1.32
9M	1	4.55%	1.78
10	7	31.82%	5.37
11	8	36.36%	6.34
17M	1	4.55%	0.56
17H	1	4.55%	2.12
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	18.61
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.47 ≤ 10



Ordenadas 1 I 2 D

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	18.61	17.63	11.53	6.67	6.34	5.52	5.37	3.74	75.41	8	-
2	18.61	17.63	11.53	6.67	6.34	5.52	5.37	2.00	73.67	7	-
3	18.61	17.63	11.53	6.67	6.34	5.52	2.00	2.00	70.30	6	36.08
4	18.61	17.63	11.53	6.67	6.34	2.00	2.00	2.00	66.78	5	35.37
5	18.61	17.63	11.53	6.67	2.00	2.00	2.00	2.00	62.44	4	36.80
6	18.61	17.63	11.53	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	57.77	3	37.24
7	18.61	17.63	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	48.24	2	38.53
8	18.61	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	32.61	1	32.61

Máximo CDV= 38.53  
PCI= 61.47

CLASIFICACIÓN= BUENO

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-20)**

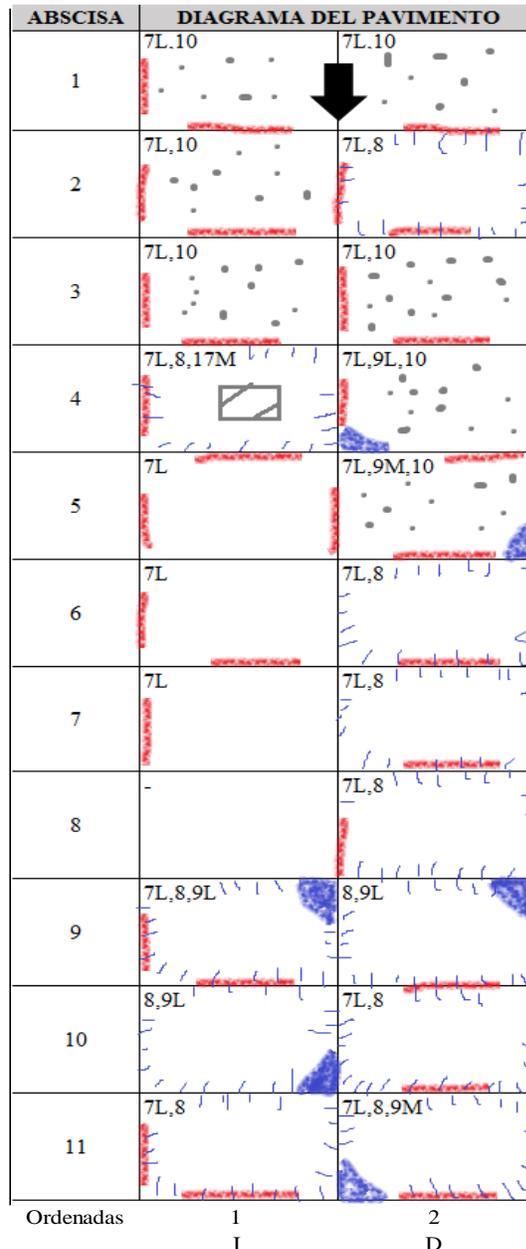
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 15
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM20	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T20
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	27/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+694.32	<b>PROG FINAL:</b>	0+733.59
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
7L	18	81.82%	11.78
8	11	50.00%	2.40
9L	4	18.18%	4.17
9M	2	9.09%	4.01
10	7	31.82%	5.37
17M	1	4.55%	0.56

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	11.78
Núm. Admisibles deducidos (m):	9.10 ≤10



#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	11.78	5.37	4.17	4.01	2.87	2.40	30.60	6	-
2	11.78	5.37	4.17	4.01	2.87	2.00	30.20	5	-
3	11.78	5.37	4.17	4.01	2.00	2.00	29.33	4	15.54
4	11.78	5.37	4.17	2.00	2.00	2.00	27.32	3	16.23
5	11.78	5.37	2.00	2.00	2.00	2.00	25.15	2	20.49
6	11.78	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	21.78	1	21.78
Máximo CDV=								21.78	
PCI=								78.22	

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**



<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-22)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 16
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM22	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T22
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	27/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+767.81	<b>PROG FINAL:</b>	0+798.88
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

**Nivel de Severidad**

L: Bajo                      M: Medio.                      H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
7L	12	54.55%	9.69
8	4	18.18%	0.00
10	5	22.73%	4.14
14L	6	27.27%	2.30
15L	1	4.55%	7.20
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	9.69
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	9.29 ≤10



#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	9.69	7.20	5.76	4.14	2.30	29.09	5	-
2	9.69	7.20	5.76	4.14	2.00	28.79	4	15.17
3	9.69	7.20	5.76	2.00	2.00	26.65	3	15.74
4	9.69	7.20	2.00	2.00	2.00	22.89	2	18.57
5	9.69	2.00	2.00	2.00	2.00	17.69	1	17.69
Máximo CDV=								18.57
PCI=								81.43

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

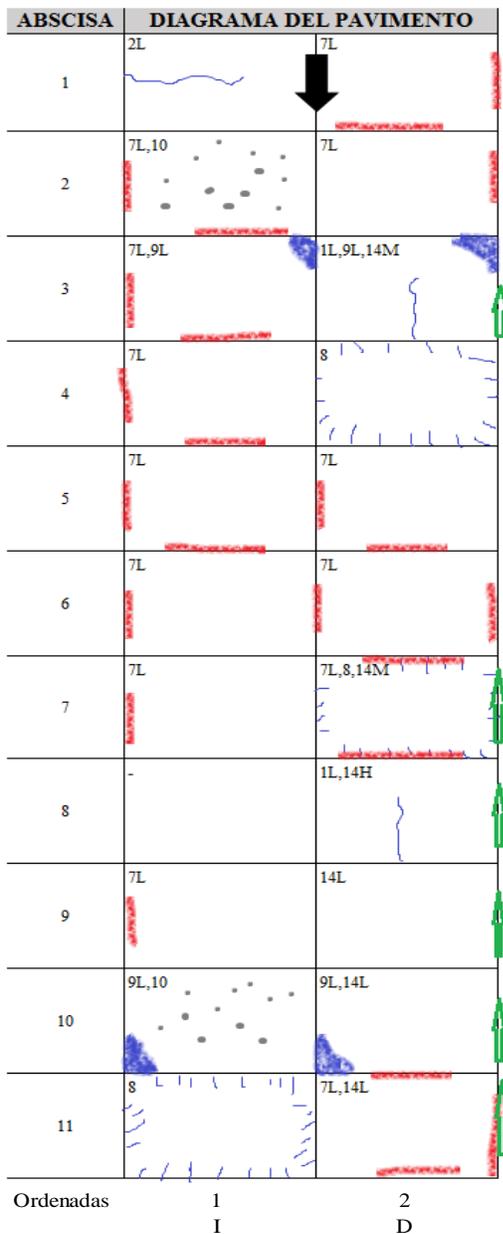
HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-23)			
NOMBRE DE LA VÍA:	Av. La Paz	CUADRA:	N° 17
UNIDAD DE MUESTREO:	UM23	CÓDIGO DE VÍA:	T23
NÚMERO DE PAÑOS:	22	FECHA:	27/07/2019
PROG INICIAL:	0+798.88	PROG FINAL:	0+836.78
INSPECCIONADO POR:	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
2L	1	4.55%	2.87
7L	13	59.09%	10.15
8	3	13.64%	0.00
9L	4	18.18%	4.17
10	2	9.09%	1.71
14L	3	13.64%	1.40
14M	2	9.09%	4.27
14H	1	4.55%	3.69

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	10.15
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	9.25 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	10.15	5.52	4.27	4.17	3.69	2.87	30.67	6	-	
2	10.15	5.52	4.27	4.17	3.69	2.00	29.80	5	-	
3	10.15	5.52	4.27	4.17	2.00	2.00	28.11	4	14.71	
4	10.15	5.52	4.27	2.00	2.00	2.00	25.94	3	15.23	
5	10.15	5.52	2.00	2.00	2.00	2.00	23.67	2	19.24	
6	10.15	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.15	1	20.15	
Máximo CDV=									20.15	
PCI=									79.85	

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

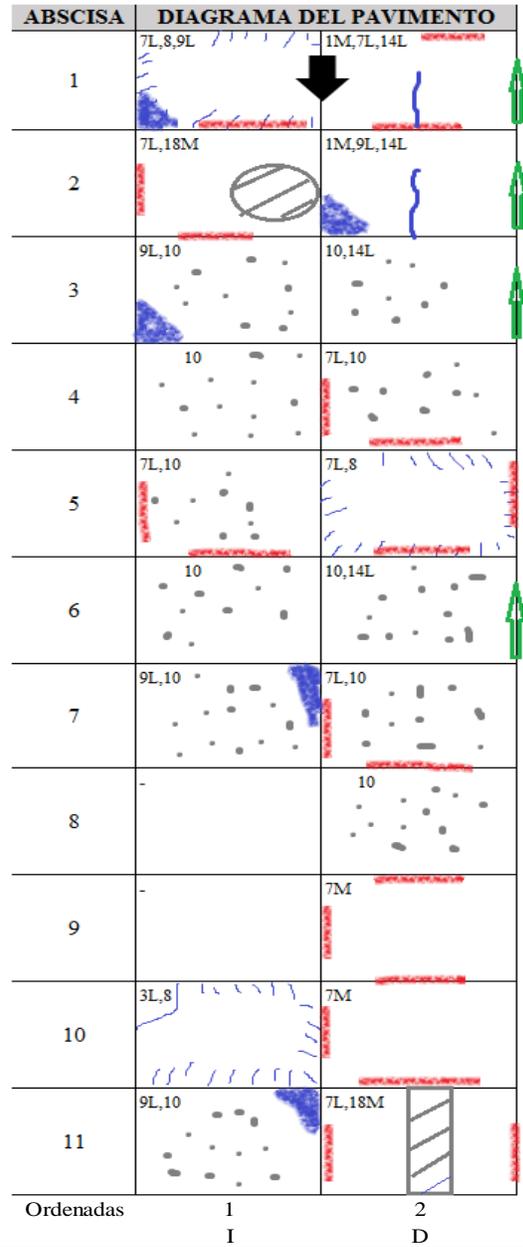
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-24)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 16
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM24	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T24
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	27/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+836.78	<b>PROG FINAL:</b>	0+875.76
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	2	9.09%	7.30
3L	1	4.55%	3.56
7L	8	36.36%	7.38
7M	2	9.09%	4.01
8	3	13.64%	0.00
9L	5	22.73%	5.07
10	11	50.00%	7.20
14L	4	18.18%	1.72
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	7.38
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	9.51 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	7.38	7.30	7.20	5.76	5.07	4.01	3.56	40.28	7	-
2	7.38	7.30	7.20	5.76	5.07	4.01	2.00	38.72	6	17.15
3	7.38	7.30	7.20	5.76	5.07	2.00	2.00	36.71	5	16.11
4	7.38	7.30	7.20	5.76	2.00	2.00	2.00	33.64	4	18.44
5	7.38	7.30	7.20	2.00	2.00	2.00	2.00	29.88	3	18.08
6	7.38	7.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	24.68	2	20.09
7	7.38	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	19.38	1	19.38
Máximo CDV=									20.09	
PCI=									79.91	
CLASIFICACIÓN=									<b>MUY BUENO</b>	

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-25)**

**NOMBRE DE LA VÍA:** Av. La Paz  
**UNIDAD DE MUESTREO:** UM25  
**NÚMERO DE PAÑOS:** 22  
**PROG INICIAL:** 0+875.76  
**INSPECCIONADO POR:**

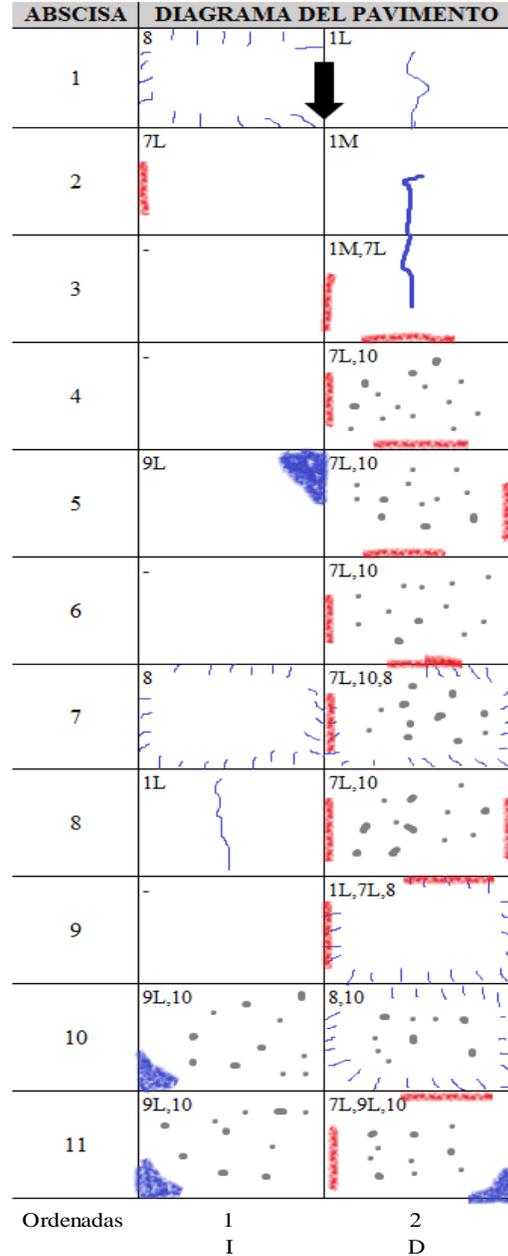
**CUADRA:** N° 17  
**CÓDIGO DE VÍA:** T25  
**FECHA:** 27/07/2019  
**PROG FINAL:** 0+914.61  
 Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	13.64%	7.91
1M	2	9.09%	7.30
7L	9	40.91%	8.04
8	5	22.73%	0.45
9L	4	18.18%	4.17
10	9	40.91%	6.35

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	8.04
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.45 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	8.04	7.91	7.30	6.35	4.17	33.77	5	-	
2	8.04	7.91	7.30	6.35	2.00	31.60	4	17.07	
3	8.04	7.91	7.30	2.00	2.00	27.25	3	16.18	
4	8.04	7.91	2.00	2.00	2.00	21.95	2	17.77	
5	8.04	2.00	2.00	2.00	2.00	16.04	1	16.04	

Máximo CDV= 17.77  
 PCI= 82.23

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-26)**

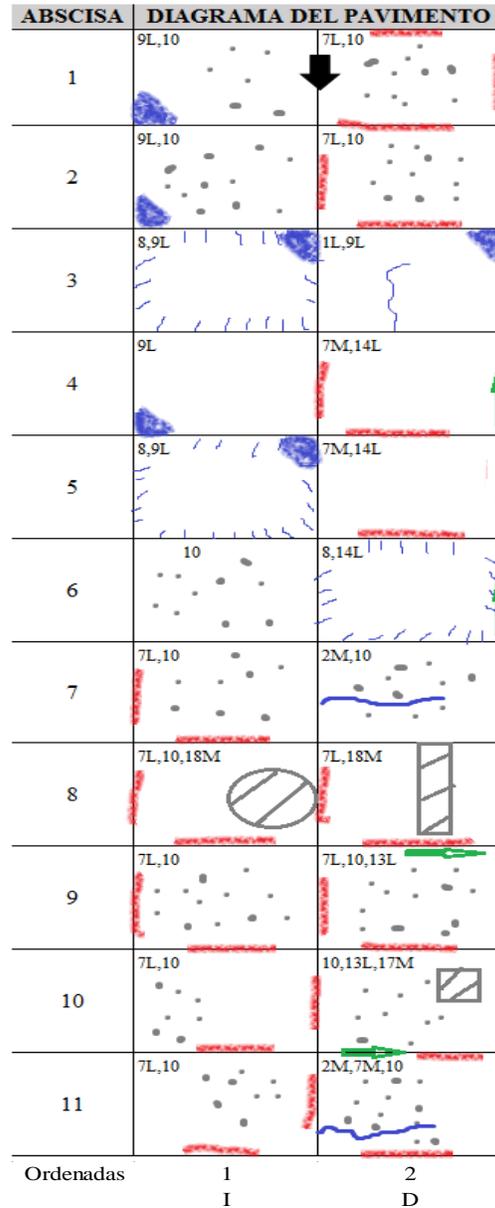
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 17
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM26	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T26
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	27/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	0+914.61	<b>PROG FINAL:</b>	0+950.44
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
2M	2	9.09%	7.30
7L	9	40.91%	8.04
7M	3	13.64%	6.09
8	3	13.64%	0.00
9L	6	27.27%	5.90
10	14	63.64%	7.96
13L	2	9.09%	3.48
14L	3	13.64%	1.40
17M	1	4.55%	0.56
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	8.04
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.45 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	8.04	7.96	7.30	6.09	5.90	5.76	3.48	2.87	47.40	8	-
2	8.04	7.96	7.30	6.09	5.90	5.76	3.48	2.00	46.53	7	-
3	8.04	7.96	7.30	6.09	5.90	5.76	2.00	2.00	45.05	6	21.11
4	8.04	7.96	7.30	6.09	5.90	2.00	2.00	2.00	41.29	5	19.16
5	8.04	7.96	7.30	6.09	2.00	2.00	2.00	2.00	37.39	4	20.93
6	8.04	7.96	7.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.30	3	20.52
7	8.04	7.96	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	28.00	2	22.86
8	8.04	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	22.04	1	22.04

Máximo CDV= 22.86  
 PCI= 77.14

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-27)**

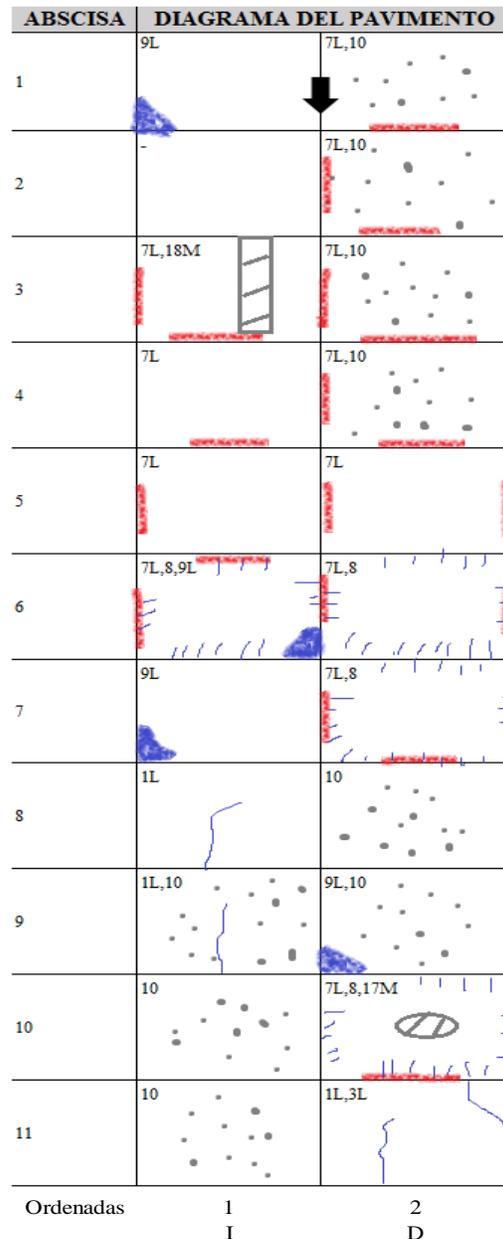
**NOMBRE DE LA VÍA:** Av. La Paz **CUADRA:** N° 18  
**UNIDAD DE MUESTREO:** UM27 **CÓDIGO DE VÍA:** T27  
**NÚMERO DE PAÑOS:** 22 **FECHA:** 27/07/2019  
**PROG INICIAL:** 0+950.44 **PROG FINAL:** 0+988.08  
**INSPECCIONADO POR:** Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	13.64%	7.91
3L	1	4.55%	3.56
7L	12	54.55%	9.69
8	4	18.18%	0.00
9L	4	18.18%	4.17
10	9	40.91%	6.41
17M	1	4.55%	0.56
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Númmos deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	9.69
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.29 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	9.69	7.91	6.41	4.17	3.56	2.23	33.97	6	-
2	9.69	7.91	6.41	4.17	3.56	2.00	33.74	5	-
3	9.69	7.91	6.41	4.17	2.00	2.00	32.18	4	17.46
4	9.69	7.91	6.41	2.00	2.00	2.00	30.01	3	18.17
5	9.69	7.91	2.00	2.00	2.00	2.00	25.60	2	20.87
6	9.69	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	19.69	1	19.69
								Máximo CDV=	20.87
								PCI=	79.13
								CLASIFICACIÓN=	<b>MUY BUENO</b>

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-28)**

NOMBRE DE LA VÍA: Av. La Paz  
 UNIDAD DE MUESTREO: UM28  
 NÚMERO DE PAÑOS: 22  
 PROG INICIAL: 0+988.08

CUADRA: N° 18  
 CÓDIGO DE VÍA: T28  
 FECHA: 28/07/2019  
 PROG FINAL: 01+025.73

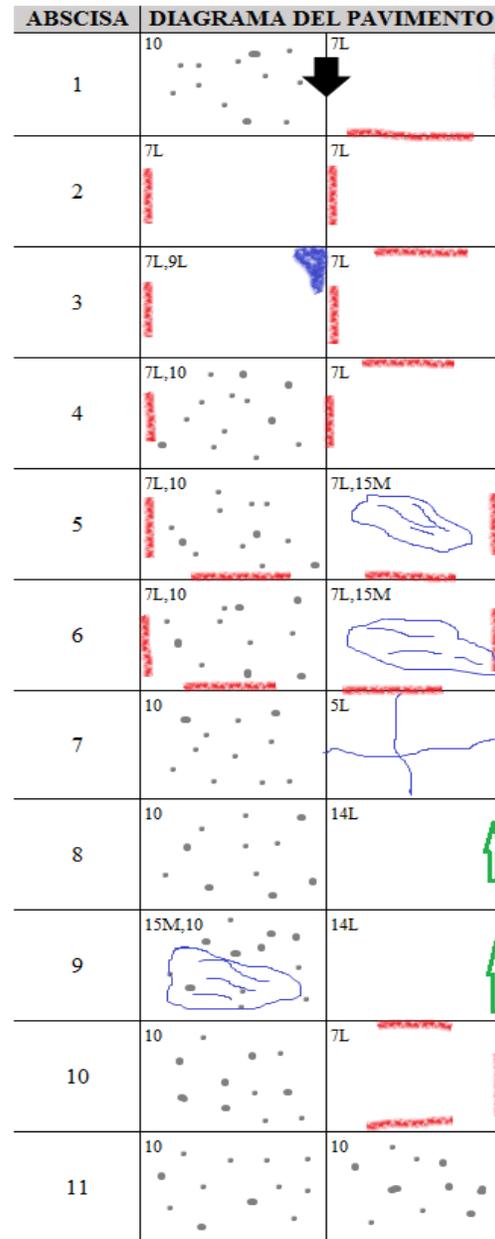
INSPECCIONADO POR: Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
5L	1	4.55%	4.42
7L	12	54.55%	9.69
9L	1	4.55%	1.09
10	10	45.45%	6.81
14L	2	9.09%	1.08
15M	3	13.64%	27.89

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	27.89
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.62 ≤ 10



Ordenadas 1 2  
I D

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	27.89	9.69	6.81	4.42	48.81	4	28.33
2	27.89	9.69	6.81	2.00	46.39	3	29.63
3	27.89	9.69	2.00	2.00	41.58	2	33.56
4	27.89	2.00	2.00	2.00	33.89	1	33.89
Máximo CDV=							33.89
PCI=							66.11

CLASIFICACIÓN= BUENO

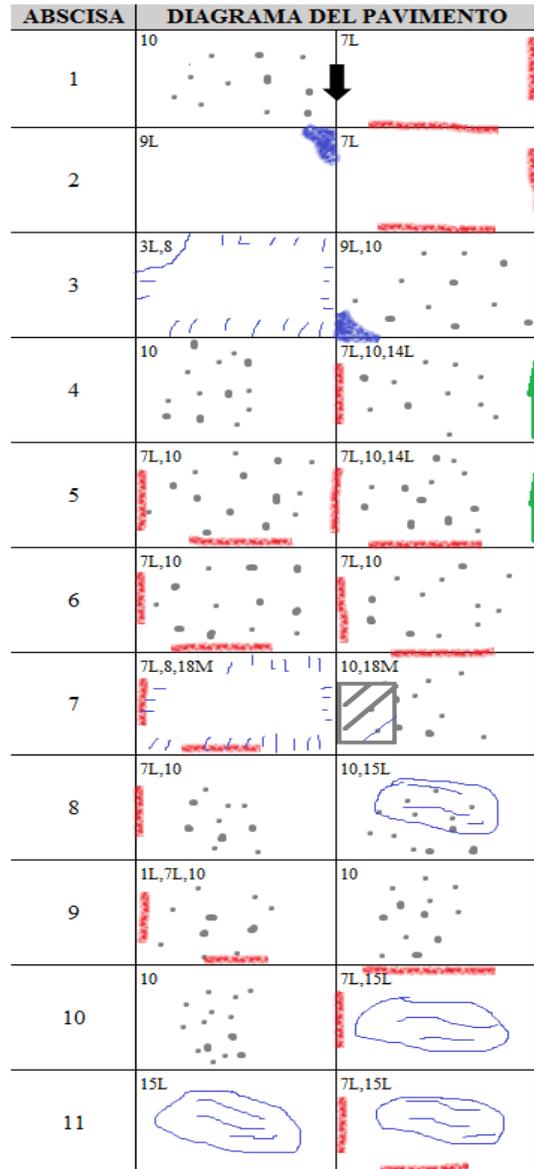
<b>HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-29)</b>			
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 18
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM29	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T29
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+025.73	<b>PROG FINAL:</b>	01+060.95
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
3L	1	4.55%	3.56
7L	12	54.55%	9.69
8	2	9.09%	0.00
9L	2	9.09%	2.18
10	14	63.64%	7.96
14L	2	9.09%	1.08
15L	4	18.18%	24.49
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	24.49
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	7.93 ≤ 10



Ordenadas 1 2  
I D

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	24.49	9.69	7.96	5.76	3.56	2.87	2.18	56.51	7	-
2	24.49	9.69	7.96	5.76	3.56	2.87	2.00	56.33	6	28.0
3	24.49	9.69	7.96	5.76	3.56	2.00	2.00	55.46	5	28.32
4	24.49	9.69	7.96	5.76	2.00	2.00	2.00	53.90	4	31.54
5	24.49	9.69	7.96	2.00	2.00	2.00	2.00	50.14	3	32.17
6	24.49	9.69	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.18	2	35.52
7	24.49	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.49	1	36.49

Máximo CDV= 36.49  
PCI= 63.51

CLASIFICACIÓN= BUENO

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-30)**

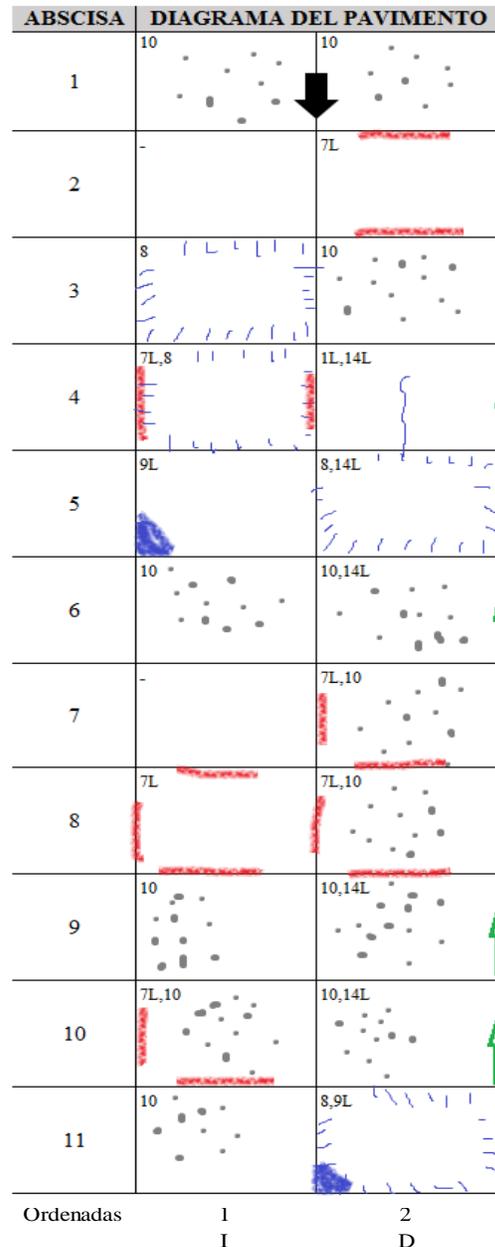
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 18
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM30	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T30
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+060.95	<b>PROG FINAL:</b>	01+097.03
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
7L	6	27.27%	5.90
8	4	18.18%	0.00
9L	2	9.09%	2.18
10	12	54.55%	7.44
14L	5	22.73%	2.02

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	7.44
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.50 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	7.44	5.90	2.87	2.18	2.02	20.41	5	-
2	7.44	5.90	2.87	2.18	2.00	20.39	4	-
3	7.44	5.90	2.87	2.00	2.00	20.21	3	11.03
4	7.44	5.90	2.00	2.00	2.00	19.34	2	15.50
5	7.44	2.00	2.00	2.00	2.00	15.44	1	15.44

Máximo CDV= 15.50  
 PCI= 84.56  
 CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-31)**

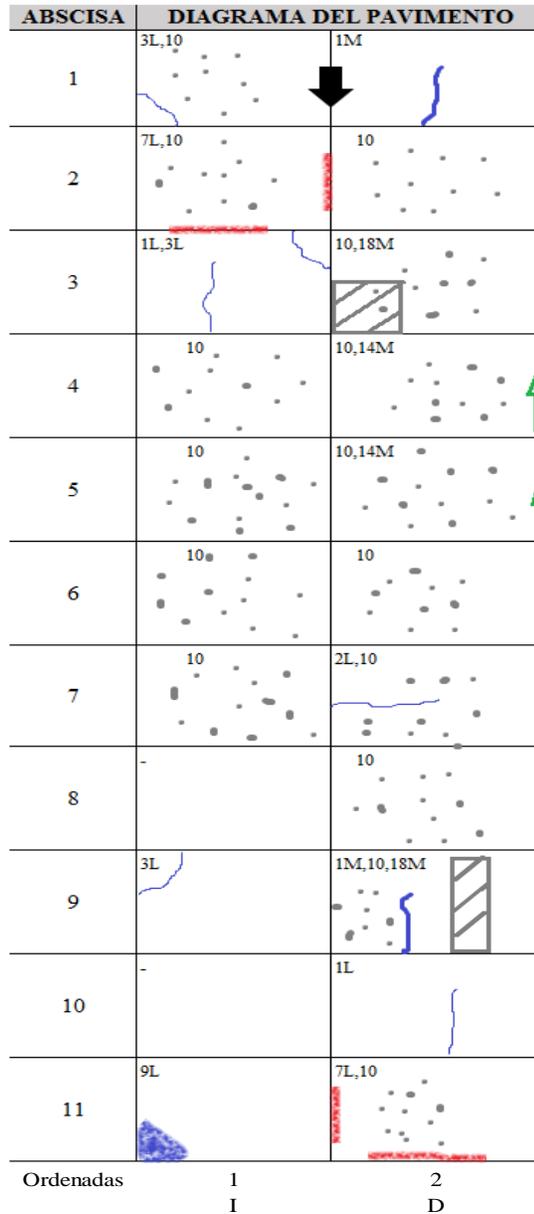
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 19
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM31	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T31
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+097.03	<b>PROG FINAL:</b>	01+132.47
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	9.09%	5.52
1M	2	9.09%	7.30
2L	1	4.55%	2.87
3L	3	13.64%	11.71
7L	2	9.09%	2.18
9L	1	4.55%	1.09
10	15	68.18%	8.17
14M	2	9.09%	4.27
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Númmros deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	11.71
Núm. Admisibles deducidos (m):	9.11 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	11.71	8.17	7.30	5.76	5.52	4.27	2.87	2.18	47.78	8	-
2	11.71	8.17	7.30	5.76	5.52	4.27	2.87	2.00	47.60	7	-
3	11.71	8.17	7.30	5.76	5.52	4.27	2.00	2.00	46.73	6	22.14
4	11.71	8.17	7.30	5.76	5.52	2.00	2.00	2.00	44.46	5	21.25
5	11.71	8.17	7.30	5.76	2.00	2.00	2.00	2.00	40.94	4	23.27
6	11.71	8.17	7.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	37.18	3	23.26
7	11.71	8.17	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.88	2	26.01
8	11.71	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	25.71	1	25.71

Máximo CDV=	26.01
PCI=	73.99

CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-32)**

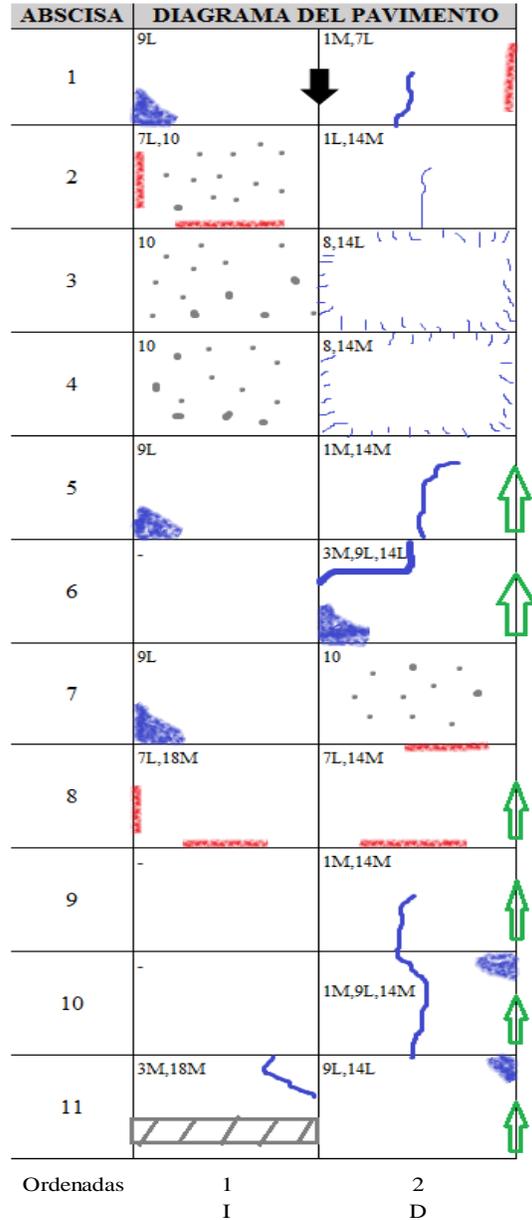
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	Nº 19
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM32	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T32
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+132.47	<b>PROG FINAL:</b>	01+168.63
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

Nº	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	Nº Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	4	18.18%	13.51
1L	1	4.55%	2.87
3M	2	9.09%	14.16
7L	4	18.18%	4.17
8	2	9.09%	0.00
9L	6	27.27%	5.90
10	4	18.18%	3.41
14L	3	13.64%	1.40
14M	6	27.27%	10.43
18M	2	9.09%	5.76

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	14.16
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.88 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	14.16	13.51	10.43	5.90	5.76	4.17	3.41	57.34	7	-	
2	14.16	13.51	10.43	5.90	5.76	4.17	2.00	55.93	6	27.71	
3	14.16	13.51	10.43	5.90	5.76	2.00	2.00	53.76	5	27.25	
4	14.16	13.51	10.43	5.90	2.00	2.00	2.00	50.00	4	29.00	
5	14.16	13.51	10.43	2.00	2.00	2.00	2.00	46.10	3	29.43	
6	14.16	13.51	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	37.67	2	30.57	
7	14.16	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	26.16	1	26.16	

Máximo CDV= 30.57

PCI= 69.43

CLASIFICACIÓN= **BUENO**

**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-33)**

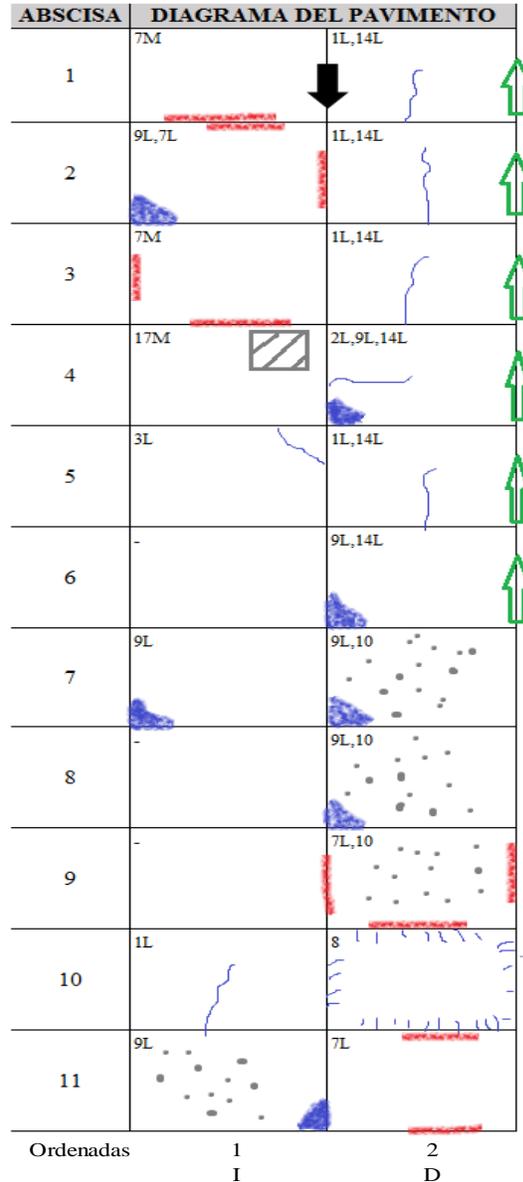
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 20
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM33	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T33
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+168.63	<b>PROG FINAL:</b>	01+204.87
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	5	22.73%	11.89
2L	1	4.55%	2.87
3L	1	4.55%	3.56
7L	3	13.64%	3.21
7M	2	9.09%	4.01
8	1	4.55%	0.00
9L	7	31.82%	6.67
10	3	13.64%	2.60
14L	6	27.27%	2.30
17M	1	4.55%	0.56

CÁLCULO DEL PCI	
Númmos deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	11.89
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.09 ≤ 10



#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	11.89	6.67	4.01	3.56	3.21	2.87	2.60	2.30	0.56	37.11	8	-
2	11.89	6.67	4.01	3.56	3.21	2.87	2.60	2.00	0.00	36.81	7	-
3	11.89	6.67	4.01	3.56	3.21	2.87	2.00	2.00	0.00	36.21	6	15.56
4	11.89	6.67	4.01	3.56	3.21	2.00	2.00	2.00	0.00	35.34	5	15.19
5	11.89	6.67	4.01	3.56	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	34.13	4	18.77
6	11.89	6.67	4.01	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	32.57	3	20.00
7	11.89	6.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	30.56	2	24.95
8	11.89	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	25.89	1	25.89

Máximo CDV= 25.89  
 PCI= 74.11  
 CLASIFICACIÓN= **MUY BUENO**



**HOJA DE EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-35)**

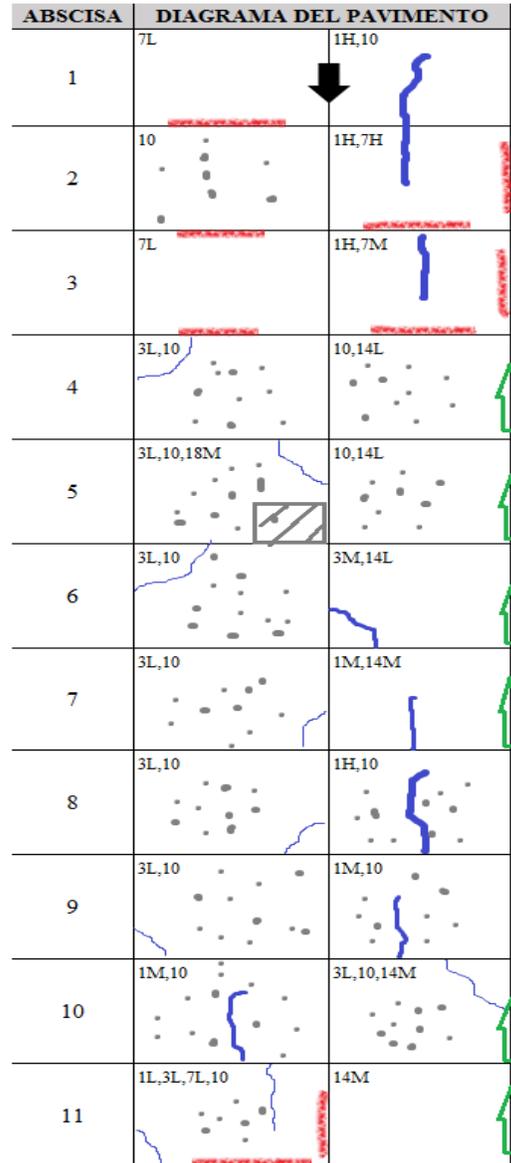
<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	Av. La Paz	<b>CUADRA:</b>	N° 20
<b>UNIDAD DE MUESTREO:</b>	UM35	<b>CÓDIGO DE VÍA:</b>	T35
<b>NÚMERO DE PAÑOS:</b>	22	<b>FECHA:</b>	28/07/2019
<b>PROG INICIAL:</b>	01+241.00	<b>PROG FINAL:</b>	01+269.70
<b>INSPECCIONADO POR:</b>	Bach. Mendoza Huamán, Alwin Hernando.		

N°	TIPO DE FALLA
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagonales.
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque.
6	Deterioro de sello.
7	Descascaramiento de Juntas.
8	Grietas de Retracción y Descamación.
9	Descascaramiento de Esquina.
10	Pulimiento de Superficie.
11	Desintegración, agujeros (popouts)
12	Blow Up (Levantamiento Localizado)
13	Escala
14	Desnivel Carril / Berma
15	Hundimiento (Punzonamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.

Nivel de Severidad		
L: Bajo	M: Medio.	H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	4.55%	2.87
1M	3	13.64%	10.56
1H	4	18.18%	25.34
3L	8	36.36%	28.63
3M	1	4.55%	6.89
7L	3	13.64%	3.21
7M	1	4.55%	1.78
7H	1	4.55%	6.69
10	15	68.18%	8.17
14L	3	13.64%	1.40
14M	3	13.64%	6.08
18M	1	4.55%	2.23

CÁLCULO DEL PCI	
Númmers deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	28.63
Núm. Admisibles deducidos (m̄):	7.55 ≤ 10



Ordenadas 1 I 2 D

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	28.63	25.34	10.56	8.17	6.89	6.69	6.08	92.36	7	-
2	28.63	25.34	10.56	8.17	6.89	6.69	2.00	88.28	6	45.96
3	28.63	25.34	10.56	8.17	6.89	2.00	2.00	83.59	5	45.34
4	28.63	25.34	10.56	8.17	2.00	2.00	2.00	78.70	4	46.39
5	28.63	25.34	10.56	2.00	2.00	2.00	2.00	72.53	3	46.70
6	28.63	25.34	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	63.97	2	49.74
7	28.63	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	40.63	1	40.63

Máximo CDV= 49.74  
PCI= 50.26

CLASIFICACIÓN= **REGULAR**

## ANEXO 02: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

<b>Presupuesto:</b>	EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE LA METODOLOGÍA DEL PCI DE LA AVENIDA LA PAZ					
<b>Sub-presupuesto:</b>	MANTENIMIENTO DE LA AV. LA PAZ DE LA C9-C20					
<b>Elaborado por:</b>	Bach. Mendoza Huamán Alwin Hernando					
<b>01.01</b>	<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS</b>					
<b>glb/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : glb		<b>30,000.00</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Materiales</b>					
MOVILIZACION DE EQUIPOS			glb		1.0000	30,000.00 30,000.00
						<b>30,000.00</b>
<b>01.02</b>	<b>CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN</b>					
<b>glb/DIA</b>		EQ.		Costo unitario directo por : glb		<b>400.00</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Equipos</b>					
CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN			glb		1.0000	400.00 400.00
						<b>400.00</b>
<b>01.03</b>	<b>TRAZO Y REPLANTEO</b>					
<b>m2/DIA</b>	<b>1,500.0000</b>	EQ.	<b>1,500.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>0.54</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
PEON			hh	4.0000	0.0213	14.81 0.32
OPERARIO TOPOGRAFO			hh	1.0000	0.0053	5.00 0.03
						<b>0.35</b>
	<b>Materiales</b>					
TIZA			kg		0.0010	22.40 0.02
MADERA TORNILLO			p2		0.0100	7.50 0.08
PINTURA ESMALTE			gal		0.0050	5.00 0.03
						<b>0.13</b>
	<b>Equipos</b>					
NIVEL TOPOGRAFICO			hh	1.0000	0.0053	3.00 0.02
ESTACION TOTAL			hm	1.0000	0.0053	5.00 0.03
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.35 0.01
						<b>0.06</b>
<b>01.04</b>	<b>MANTENIMIENTO DE TRANSITO</b>					
<b>mes/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : mes		<b>1,064.13</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
PEON			hh	2.0000	16.0000	14.81 236.96
						<b>236.96</b>
	<b>Materiales</b>					
CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA			und		8.0000	52.97 423.76
BANDERINES			und		6.0000	16.05 96.30
SEÑALIZACION			und		6.0000	50.00 300.00
						<b>820.06</b>
	<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	236.96 7.11
						<b>7.11</b>

<b>01.05</b>	<b>CARTEL DE OBRA 4.80*2.40</b>						
<b>und/DIA</b>	<b>2.5000</b>	EQ.	<b>2.5000</b>	Costo unitario directo por : und		<b>452.07</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	3.2000	20.07	64.22
PEON			hh	2.0000	6.4000	14.81	94.78
							<b>159.00</b>
	<b>Materiales</b>						
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		1.0000	4.66	4.66
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		1.2000	16.51	19.81
MADERA TORNILLO			p2		4.2000	7.50	31.50
TRIPLAY			pln		8.6400	26.89	232.33
							<b>288.30</b>
	<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	159.00	4.77
							<b>4.77</b>
<b>01.06</b>	<b>Limpieza de calzada y berma</b>						
<b>m2/DIA</b>	<b>500.0000</b>	EQ.	<b>500.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>0.60</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
CAPATAZ			hh	1.0000	0.0160	20.07	0.32
PEON			hh	1.0000	0.0160	14.81	0.24
							<b>0.56</b>
	<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.56	0.02
COMPRESORA NEUMATICA			hm	0.0688	0.0011	22.15	0.02
							<b>0.04</b>
<b>02.01</b>	<b>Sellado de grietas longitudinales</b>						
<b>m/DIA</b>	<b>300.0000</b>	EQ.	<b>300.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>33.58</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	5.0000	0.1333	20.07	2.68
OFICIAL			hh	4.0000	0.1067	16.47	1.76
PEON			hh	10.0000	0.2667	14.81	3.95
							<b>8.39</b>
	<b>Materiales</b>						
MEZCLA ASFALTO-CAUCHO			gal		0.4600	16.54	7.61
ARENA			m3		0.2500	36.00	9.00
RESINA EPOXICA			gal		0.1800	26.34	4.74
							<b>21.35</b>
	<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	8.39	0.25
COMPACTADORA DE PLANCHA			hm	1.0000	0.0267	33.14	0.88
COMPRESORA NEUMATICA			hm	1.0000	0.0267	22.15	0.59
CORTADORA			hm	1.0000	0.0267	65.32	1.74
COCINA DE ASFALTO 160 gl			hm	1.0000	0.0267	14.28	0.38
							<b>3.84</b>

## 02.02

## Sellado de grietas transversales y/o diagonales

m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m		33.58	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	5.0000	0.1333	20.07	2.68
OFICIAL			hh	4.0000	0.1067	16.47	1.76
PEON			hh	10.0000	0.2667	14.81	3.95
							<b>8.39</b>
<b>Materiales</b>							
MEZCLA ASFALTO-CAUCHO			gal		0.4600	16.54	7.61
ARENA			m3		0.2500	36.00	9.00
RESINA EPOXICA			gal		0.1800	26.34	4.74
							<b>21.35</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	8.39	0.25
COMPACTADORA DE PLANCHA			hm	1.0000	0.0267	33.14	0.88
COMPRESORA NEUMATICA			hm	1.0000	0.0267	22.15	0.59
CORTADORA			hm	1.0000	0.0267	65.32	1.74
COCINA DE ASFALTO 160 gl			hm	1.0000	0.0267	14.28	0.38
							<b>3.84</b>

## 02.03

## Sellado de grietas de esquina

m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m		33.48	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	4.0000	0.1067	20.07	2.14
OFICIAL			hh	5.0000	0.1333	16.47	2.20
PEON			hh	10.0000	0.2667	14.81	3.95
							<b>8.29</b>
<b>Materiales</b>							
MEZCLA ASFALTO-CAUCHO			gal		0.4600	16.54	7.61
ARENA			m3		0.2500	36.00	9.00
RESINA EPOXICA			gal		0.1800	26.34	4.74
							<b>21.35</b>
<b>Equipos</b>							
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	8.29	0.25
COMPACTADORA DE PLANCHA			hm	1.0000	0.0267	33.14	0.88
COMPRESORA NEUMATICA			hm	1.0000	0.0267	22.15	0.59
CORTADORA			hm	1.0000	0.0267	65.32	1.74
COCINA DE ASFALTO 160 gl			hm	1.0000	0.0267	14.28	0.38
							<b>3.84</b>

## 02.04

## Sellado de grietas de bloque

m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m		33.48	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
OPERARIO			hh	4.0000	0.1067	20.07	2.14
OFICIAL			hh	5.0000	0.1333	16.47	2.20
PEON			hh	10.0000	0.2667	14.81	3.95
							<b>8.29</b>

<b>Materiales</b>						
MEZCLA ASFALTO-CAUCHO		gal		0.4600	16.54	7.61
ARENA		m3		0.2500	36.00	9.00
RESINA EPOXICA		gal		0.1800	26.34	4.74
						<b>21.35</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	8.29	0.25
COMPACTADORA DE PLANCHA		hm	1.0000	0.0267	33.14	0.88
COMPRESORA NEUMATICA		hm	1.0000	0.0267	22.15	0.59
CORTADORA		hm	1.0000	0.0267	65.32	1.74
COCINA DE ASFALTO 160 gl		hm	1.0000	0.0267	14.28	0.38
						<b>3.84</b>
<b>03.01</b>	<b>Parche para descascamiento de esquina</b>					
<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>58.37</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	20.07	8.92
OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	16.47	7.32
PEON		hh	4.0000	1.7778	14.81	26.33
						<b>42.57</b>
<b>Materiales</b>						
PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.0460	23.10	1.06
ARENA GRUESA		m3		0.0420	23.10	0.97
AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0185	10.87	0.20
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0330	16.51	0.54
RESINA EPOXICA ADIKRET EPOX GEL		gal		0.0320	10.35	0.33
						<b>3.10</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	42.57	1.28
VIBRADOR PARA CONCRETO		hm	1.0000	0.4444	16.58	7.37
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	1.0000	0.4444	9.11	4.05
						<b>12.70</b>
<b>03.02</b>	<b>Reconstrucción de juntas</b>					
<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>58.37</b>
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/. Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	20.07	8.92
OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	16.47	7.32
PEON		hh	4.0000	1.7778	14.81	26.33
						<b>42.57</b>
<b>Materiales</b>						
PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.0460	23.10	1.06
ARENA GRUESA		m3		0.0420	23.10	0.97
AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0185	10.87	0.20
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0330	16.51	0.54
RESINA EPOXICA ADIKRET EPOX GEL		gal		0.0320	10.35	0.33
						<b>3.10</b>

<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	42.57	1.28
VIBRADOR PARA CONCRETO		hm	1.0000	0.4444	16.58	7.37
MEZCLADORA DE TROMPO 9 P3 (8 HP)		hm	1.0000	0.4444	9.11	4.05
						<b>12.70</b>
<b>03.03</b>		<b>Sellado de juntas</b>				
<b>m/DIA</b>	<b>100.0000</b>	EQ.	<b>100.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>24.04</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OFICIAL		hh	1.0000	0.0800	16.47	1.32
PEON		hh	4.0000	0.3200	14.81	4.74
						<b>6.06</b>
<b>Materiales</b>						
ASFALTO PEN 85-100		gal		0.1600	28.63	4.58
Material sellador - HOT ROD POLYETHYLENE BACKER ROD		kg		0.2800	18.54	5.19
CORDON BACKER ROD 1/4"		m		0.1200	20.56	2.47
						<b>12.24</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	6.06	0.18
COMPACTADORA DE PLANCHA		hm	1.0000	0.0800	33.14	2.65
COMPRESORA NEUMATICA		hm	1.0000	0.0800	22.15	1.77
COCINA DE ASFALTO 160 gl		hm	1.0000	0.0800	14.28	1.14
						<b>5.74</b>
<b>04.01</b>		<b>Ranurado de la superficie</b>				
<b>m2/DIA</b>	<b>70.0000</b>	EQ.	<b>70.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>20.43</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	1.0000	0.1143	20.07	2.29
PEON		hh	2.0000	0.2286	14.81	3.39
						<b>5.68</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.68	0.17
Ranuradora para pavimento		hm	1.0000	0.1143	127.54	14.58
						<b>14.75</b>
<b>05.01</b>		<b>Elevación de losa</b>				
<b>m3/DIA</b>	<b>40.0000</b>	EQ.	<b>40.0000</b>	Costo unitario directo por : m3	<b>107.89</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	2.0000	0.4000	20.07	8.03
OFICIAL		hh	1.0000	0.2000	16.47	3.29
PEON		hh	4.0000	0.8000	14.81	11.85
						<b>23.17</b>
<b>Materiales</b>						
Poliuretano		gal		0.3200	124.00	39.68
						<b>39.68</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	23.17	0.70
BOMBA ESTACIONARIA DE CONCRETO		hm	2.1000	0.4200	26.43	11.10
MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg		hm	1.0000	0.2000	80.00	16.00
						<b>27.80</b>

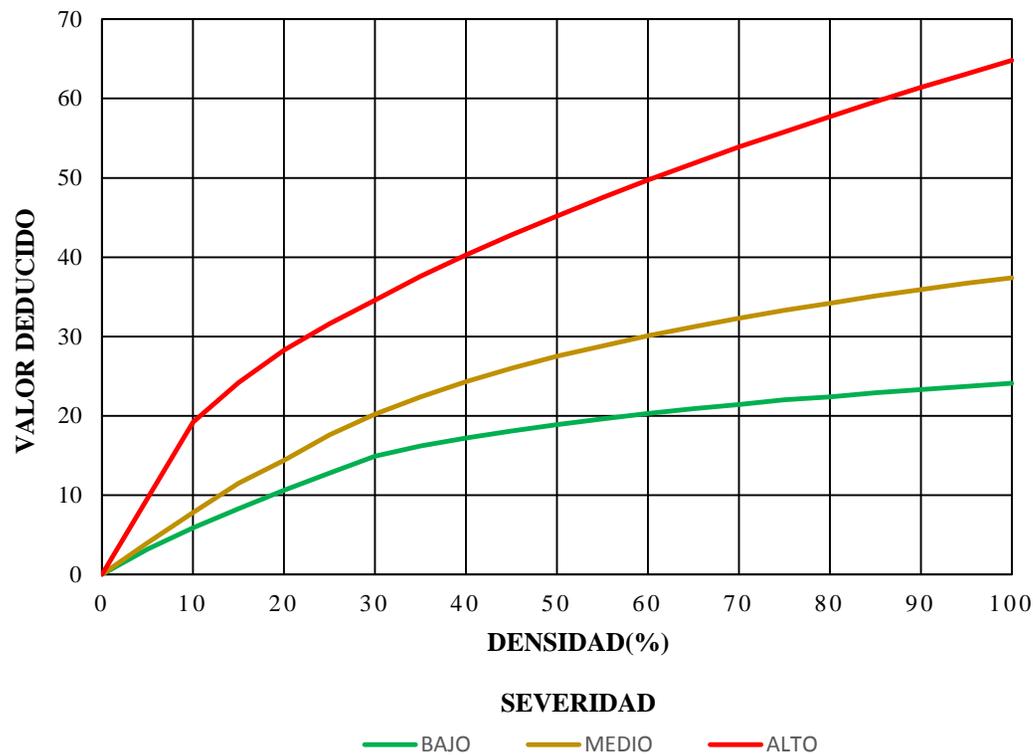
<b>Subpartidas</b>							
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		0.1500	114.94	17.24
							<b>17.24</b>
<b>06.01</b>			<b>Renivelación y llenado de bermas</b>				
<b>m2/DIA</b>	<b>25.0000</b>	EQ.	<b>25.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>35.74</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	20.07	6.42
OFICIAL			hh	1.0000	0.3200	16.47	5.27
PEON			hh	2.0000	0.6400	14.81	9.48
							<b>21.17</b>
	<b>Materiales</b>						
MEZCLA ASFALTO-CAUCHO			gal		0.0120	16.54	0.20
EMULSION ASFALTICA			gal		0.0200	22.73	0.45
MATERIAL GRANULAR PARA BASE			m3		0.0560	21.46	1.20
							<b>1.85</b>
	<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	21.17	0.64
RODILLO VIBRATORIO			hm	1.0000	0.3200	23.48	7.51
COCINA DE ASFALTO 160 gl			hm	1.0000	0.3200	14.28	4.57
							<b>12.72</b>
<b>07.01</b>			<b>Reparación de pavimento</b>				
<b>m2/DIA</b>	<b>40.0000</b>	EQ.	<b>40.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>54.36</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>						
CORTE SUPERFICIAL MANUAL			m3		0.3000	63.29	18.99
PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES			m2		1.0000	5.67	5.67
BASE GRANULAR PARA PARCHADO			m2		1.0000	12.46	12.46
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		0.1500	114.94	17.24
							<b>54.36</b>
<b>08.01</b>			<b>Reemplazo de parche grande deteriorado</b>				
<b>m2/DIA</b>		EQ.		Costo unitario directo por : m2		<b>54.36</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>						
CORTE SUPERFICIAL MANUAL			m3		0.3000	63.29	18.99
PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES			m2		1.0000	5.67	5.67
BASE GRANULAR PARA PARCHADO			m2		1.0000	12.46	12.46
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		0.1500	114.94	17.24
							<b>54.36</b>
<b>08.02</b>			<b>Reemplazo de parche pequeño deteriorado</b>				
<b>m2/DIA</b>		EQ.		Costo unitario directo por : m2		<b>54.36</b>	
<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Subpartidas</b>						
CORTE SUPERFICIAL MANUAL			m3		0.3000	63.29	18.99
PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES			m2		1.0000	5.67	5.67
BASE GRANULAR PARA PARCHADO			m2		1.0000	12.46	12.46
CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2			m3		0.1500	114.94	17.24
							<b>54.36</b>

<b>09.01 SERVICIOS HIGIENICOS PORTÁTILES</b>						
<b>und/DIA</b>		<b>EQ.</b>	<b>Costo unitario directo por : und</b>		<b>1,000.00</b>	
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Equipos</b>					
Alquiler de baño portatil equipado		día		2.0000	500.00	1,000.00
						<b>1,000.00</b>
<b>09.02 Limpieza final de obra</b>						
<b>est/DIA</b>	<b>1.0000</b>	<b>EQ.</b>	<b>1.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : est</b>		<b>2,222.81</b>
<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
PEON		hh	5.0000	40.0000	14.81	592.40
						<b>592.40</b>
	<b>Materiales</b>					
COMBUSTIBLE		gal		1.8265	12.00	21.92
						<b>21.92</b>
	<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	592.40	17.77
NINI CARGADOR FRONTAL		hm	1.0000	8.0000	127.12	1,016.96
CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	1.0000	8.0000	71.72	573.76
						<b>1,608.49</b>

**ANEXO 03: NOMOGRAMAS Y TABULACIONES PARA DETERMINAR EL VALOR DEDUCIDO SEGÚN EL TIPO DE FALLA ENCONTRADA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO.**

**1. GRIETAS LONGITUDINALES:**

**Figura 54: Curvas para grietas longitudinales.**



Fuente: ASTM D6433-03.

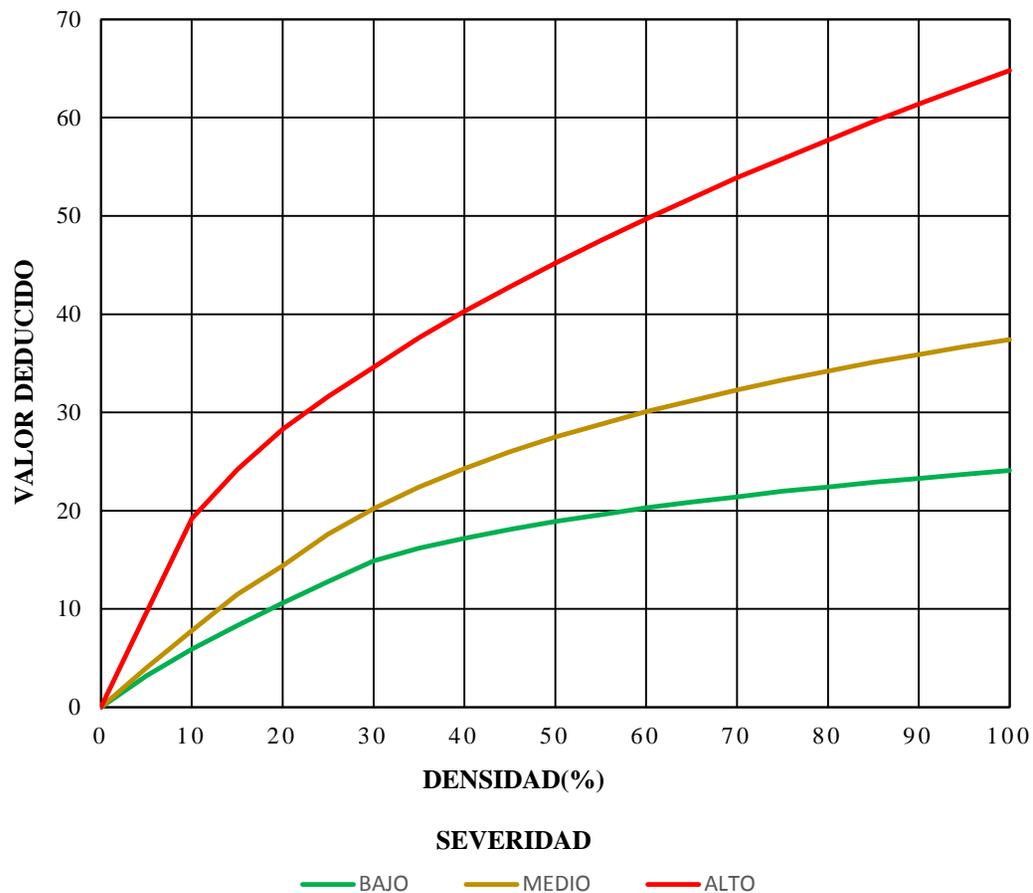
**Cuadro 21: VD para grietas longitudinales.**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	3.2	4	9.6
10	5.9	7.8	19.2
15	8.3	11.5	24.2
20	10.6	14.4	28.3
25	12.8	17.6	31.6
30	14.9	20.2	34.6
35	16.2	22.4	37.6
40	17.2	24.3	40.3
45	18.1	26	42.8
50	18.9	27.5	45.2
55	19.6	28.8	47.5
60	20.3	30.1	49.7
65	20.9	31.2	51.8
70	21.4	32.3	53.9
75	22	33.3	55.8
80	22.4	34.2	57.7
85	22.9	35.1	59.6
90	23.3	35.9	61.4
95	23.7	36.7	63.1
100	24.1	37.4	64.8

Fuente: ASTM D6433-03.

## 2. GRIETAS TRANSVERSALES Y/O DIAGONALES.:

Figura 55: Curvas para grietas transversales y/o diagonales.



Fuente: ASTM D6433-03.

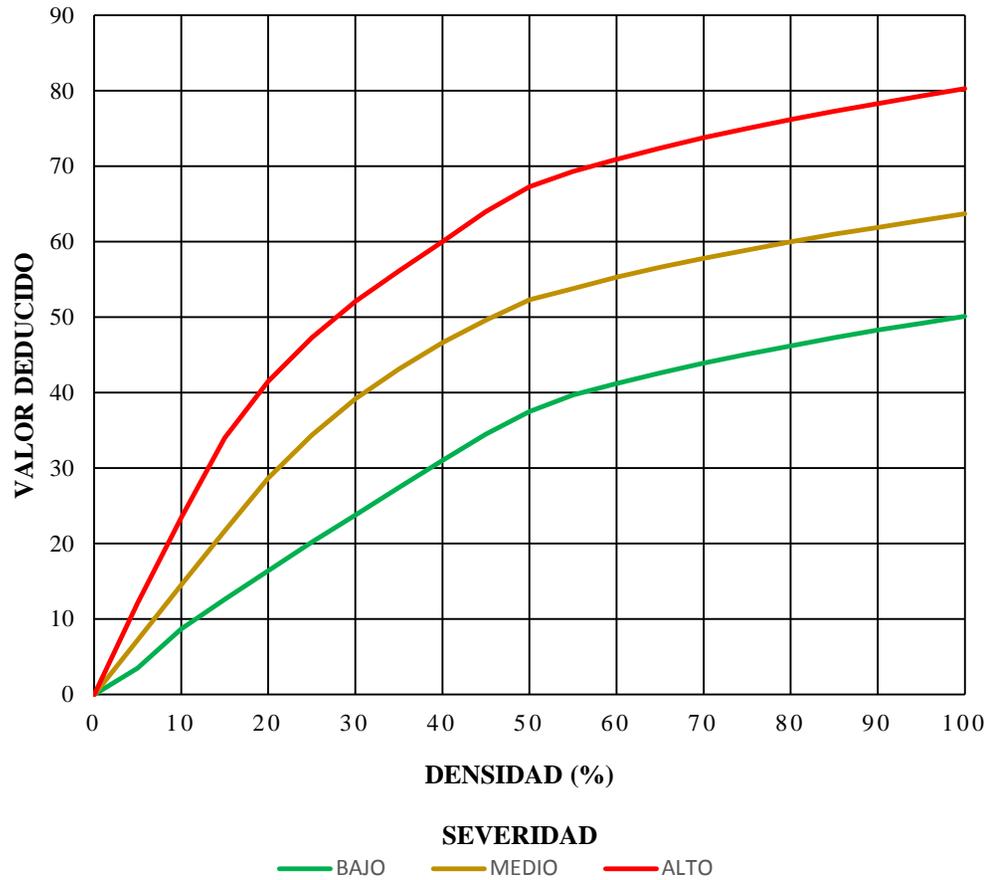
Cuadro 22: VD para grietas transversales y/o Diagonales.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	3.2	4	9.6
10	5.9	7.8	19.2
15	8.3	11.5	24.2
20	10.6	14.4	28.3
25	12.8	17.6	31.6
30	14.9	20.2	34.6
35	16.2	22.4	37.6
40	17.2	24.3	40.3
45	18.1	26	42.8
50	18.9	27.5	45.2
55	19.6	28.8	47.5
60	20.3	30.1	49.7
65	20.9	31.2	51.8
70	21.4	32.3	53.9
75	22	33.3	55.8
80	22.4	34.2	57.7
85	22.9	35.1	59.6
90	23.3	35.9	61.4
95	23.7	36.7	63.1
100	24.1	37.4	64.8

Fuente: ASTM D6433-03.

### 3. GRIETAS DE ESQUINA:

Figura 56: Curvas para grietas de esquina.



Fuente: ASTM D6433-03

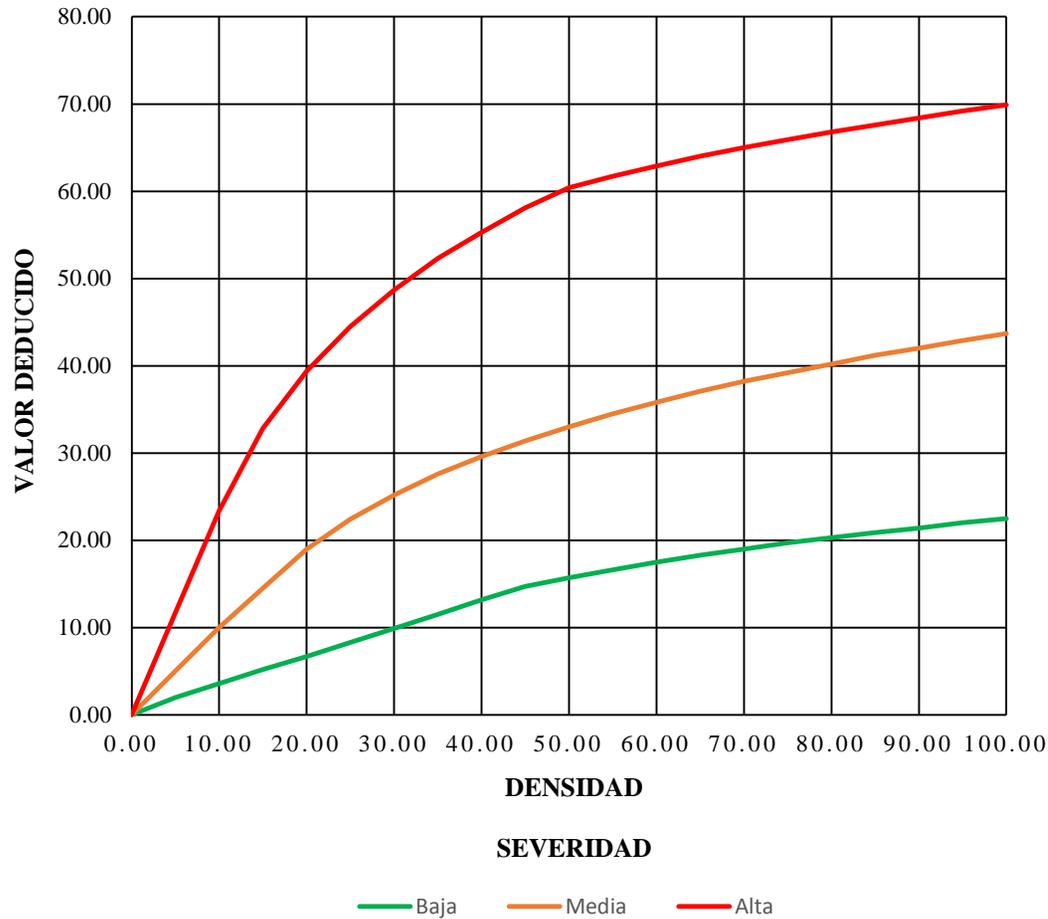
Cuadro 23: VD para grietas de esquina.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	3.5	7.2	12.1
10	8.7	14.5	23.4
15	12.6	21.7	34
20	16.4	28.7	41.5
25	20.2	34.4	47.3
30	23.8	39.2	52.1
35	27.4	43.1	56.1
40	31	46.6	60
45	34.5	49.6	64
50	37.5	52.3	67.3
55	39.7	53.8	69.3
60	41.2	55.3	70.9
65	42.6	56.6	72.4
70	43.9	57.8	73.8
75	45.1	58.9	75
80	46.2	60	76.2
85	47.3	61	77.3
90	48.3	61.9	78.3
95	49.2	62.8	79.3
100	50.1	63.7	80.3

Fuente: ASTM D6433-03.

#### 4. GRIETA DE DURABILIDAD “D”:

Figura 57: Curvas para grieta de durabilidad “d”.



Fuente: ASTM D6433-0

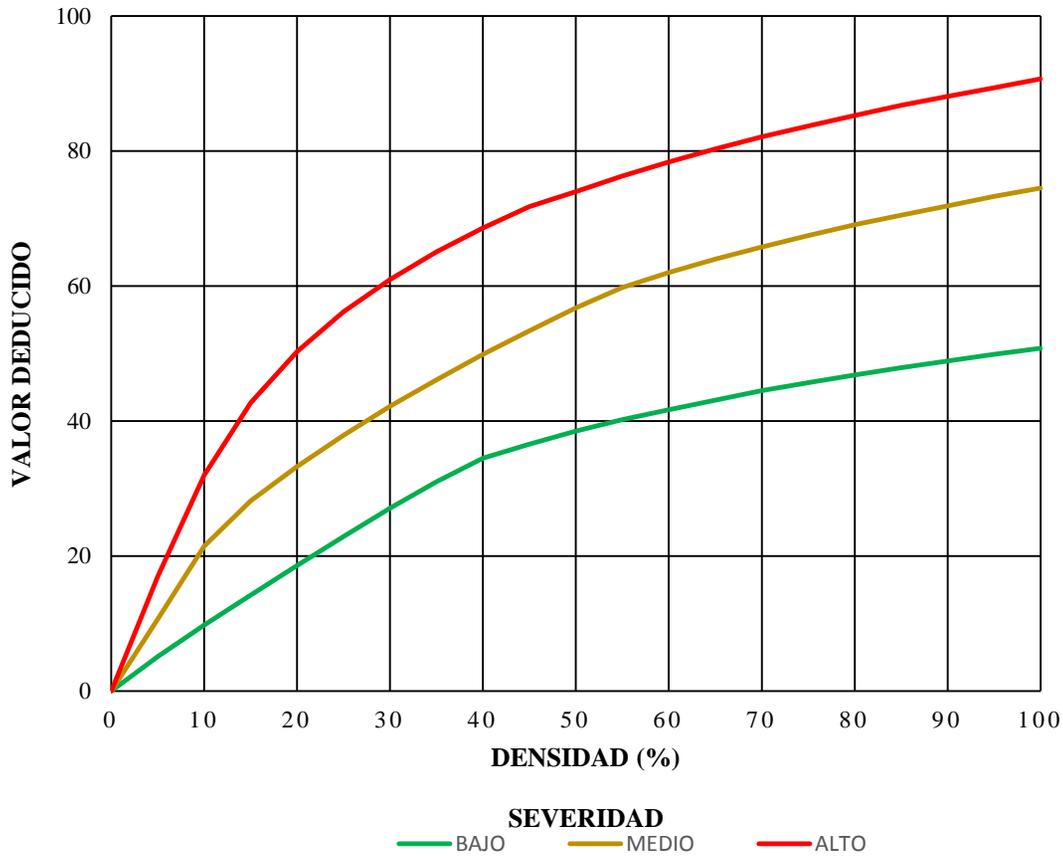
Cuadro 24: VD para grietas de esquina.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	2.00	5.00	11.70
10.00	3.60	10.00	23.40
15.00	5.20	14.50	32.80
20.00	6.70	19.00	39.40
25.00	8.30	22.40	44.50
30.00	9.90	25.20	48.70
35.00	11.50	27.60	52.30
40.00	13.20	29.60	55.30
45.00	14.70	31.40	58.10
50.00	15.70	33.00	60.40
55.00	16.60	34.50	61.70
60.00	17.50	35.80	62.90
65.00	18.30	37.10	64.00
70.00	19.00	38.20	65.00
75.00	19.70	39.20	65.90
80.00	20.30	40.20	66.80
85.00	20.90	41.20	67.60
90.00	21.40	42.00	68.40
95.00	22.00	42.90	69.20
100.00	22.50	43.70	69.90

Fuente: ASTM D6433-03.

## 5. GRIETAS EN BLOQUE.

Figura 58: Curvas para grietas en bloque.



Fuente: ASTM D6433-03.

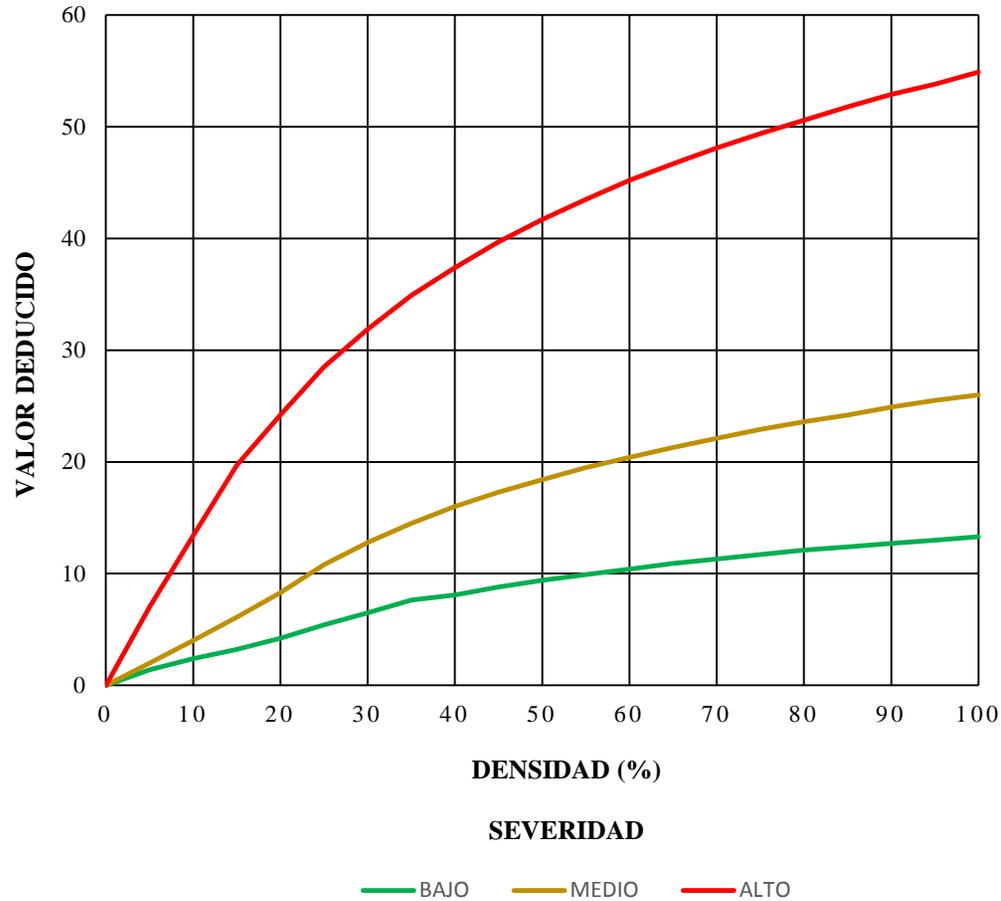
Cuadro 25: VD para grietas en bloque

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	5.1	10.7	17
10	9.8	21.5	32
15	14.2	28.2	42.7
20	18.6	33.3	50.3
25	22.9	37.9	56.2
30	27.1	42.2	61
35	31	46.1	65.1
40	34.5	49.9	68.6
45	36.6	53.4	71.8
50	38.5	56.8	74
55	40.2	59.8	76.3
60	41.7	62	78.4
65	43.1	64	80.3
70	44.5	65.8	82.1
75	45.7	67.5	83.7
80	46.8	69.1	85.3
85	47.9	70.5	86.8
90	48.9	71.9	88.1
95	49.9	73.3	89.4
100	50.8	74.5	90.7

Fuente: ASTM D6433-03.

## 7. DESCASCARAMIENTO DE JUNTAS:

Figura 59: Curvas para descascaramiento de juntas.



Fuente: ASTM D6433-03.

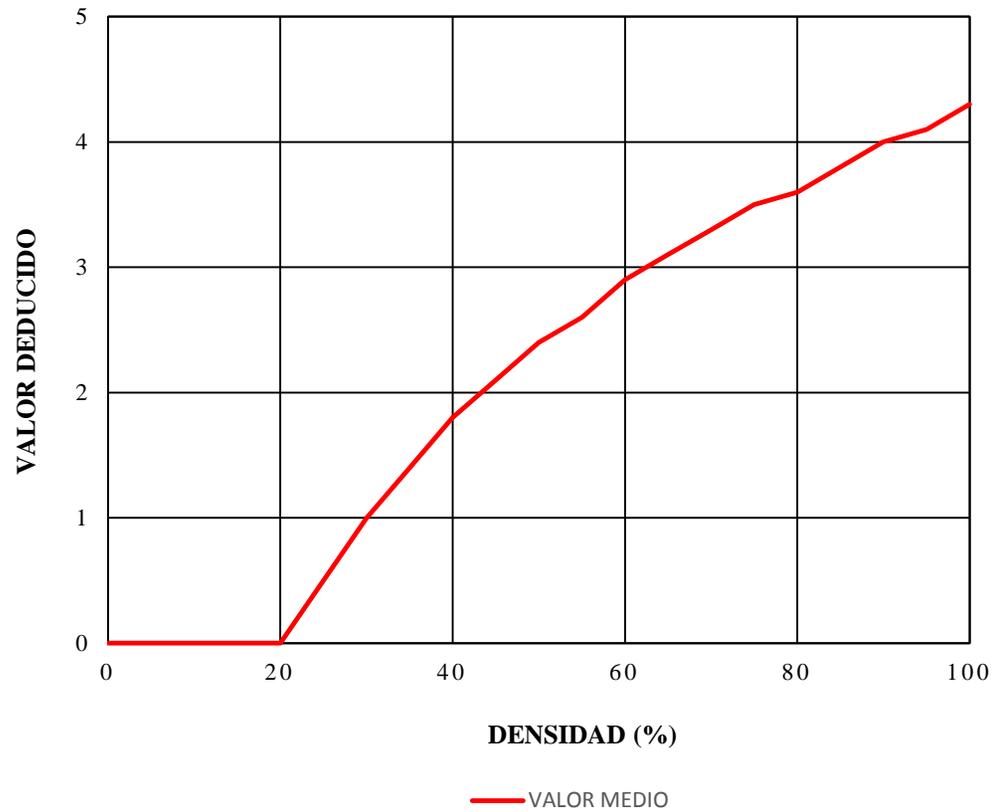
Cuadro 26: VD para descascaramiento de juntas.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	1.4	2	7
10	2.4	4	13.4
15	3.2	6.1	19.7
20	4.2	8.3	24.2
25	5.4	10.8	28.5
30	6.5	12.8	31.9
35	7.63	14.5	34.9
40	8.1	16	37.4
45	8.8	17.3	39.7
50	9.4	18.4	41.7
55	9.9	19.5	43.5
60	10.4	20.4	45.2
65	10.9	21.3	46.7
70	11.3	22.1	48.1
75	11.7	22.9	49.4
80	12.1	23.6	50.6
85	12.4	24.2	51.8
90	12.7	24.9	52.9
95	13	25.5	53.8
100	13.3	26	54.9

Fuente: ASTM D6433-03.

## 8. GRIETAS DE RETRACCIÓN Y DESCAMACIÓN:

Figura 60: Curvas para grietas de retracción y descamación.



Fuente: ASTM D6433-03.

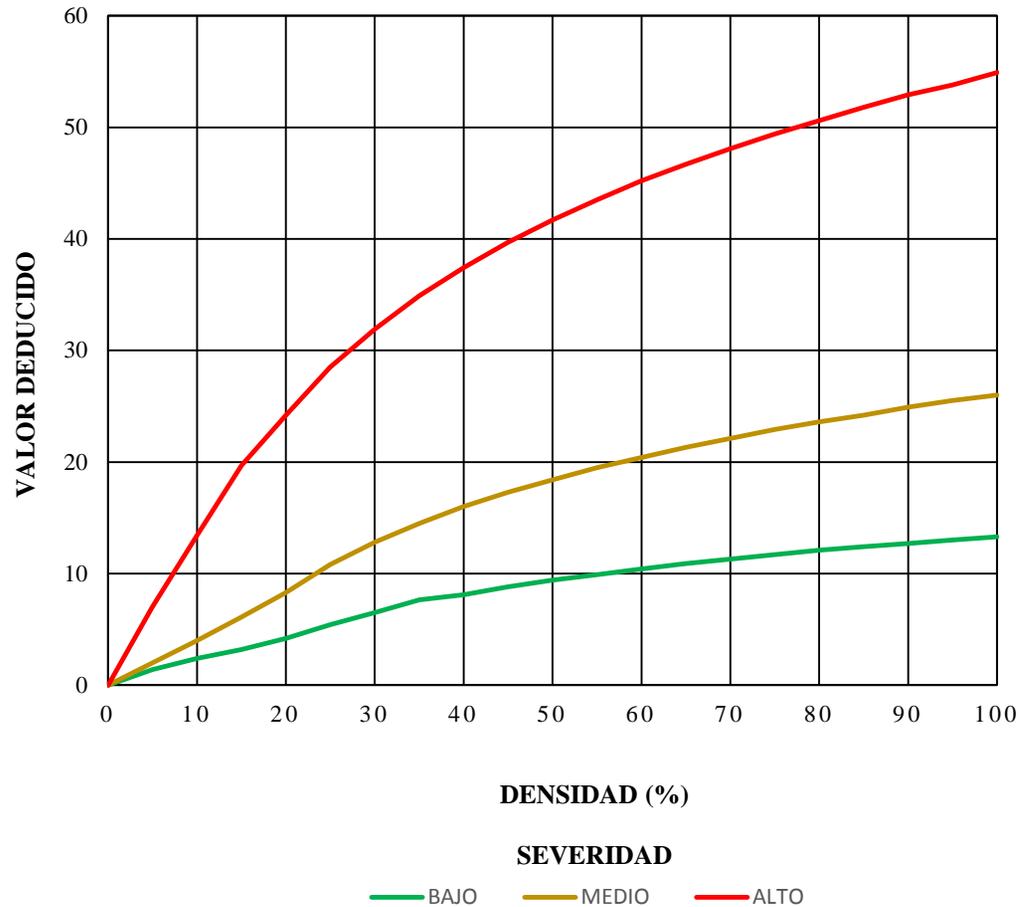
Cuadro 27: VD para grietas de retracción y descamación.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
0	0
5	0
10	0
15	0
20	0
25	0.5
30	1
35	1.4
40	1.8
45	2.1
50	2.4
55	2.6
60	2.9
65	3.1
70	3.3
75	3.5
80	3.6
85	3.8
90	4
95	4.1
100	4.3

Fuente: ASTM D6433-03.

## 9. DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA:

Figura 61: Curvas para descascaramiento de esquina.



Fuente: ASTM D6433-03.

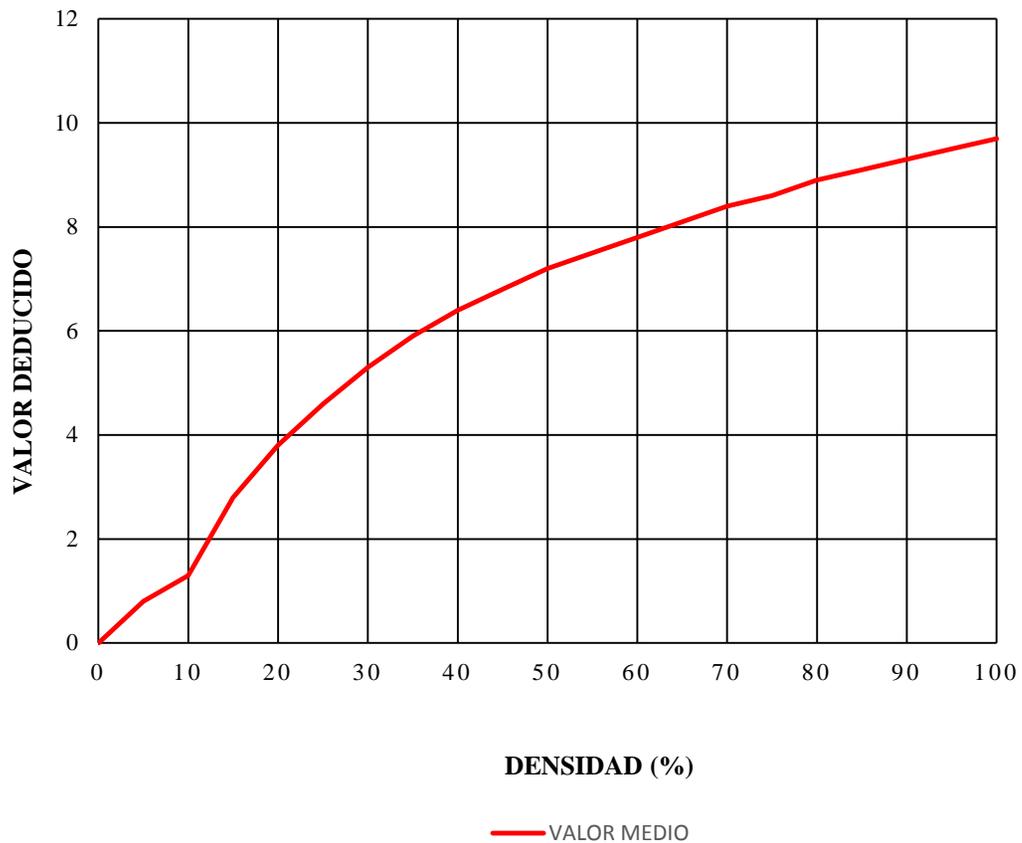
Cuadro 28: VD para descascaramiento de esquina.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	1.4	2	7
10	2.4	4	13.4
15	3.2	6.1	19.7
20	4.2	8.3	24.2
25	5.4	10.8	28.5
30	6.5	12.8	31.9
35	7.63	14.5	34.9
40	8.1	16	37.4
45	8.8	17.3	39.7
50	9.4	18.4	41.7
55	9.9	19.5	43.5
60	10.4	20.4	45.2
65	10.9	21.3	46.7
70	11.3	22.1	48.1
75	11.7	22.9	49.4
80	12.1	23.6	50.6
85	12.4	24.2	51.8
90	12.7	24.9	52.9
95	13	25.5	53.8
100	13.3	26	54.9

Fuente: ASTM D6433-03.

**10. PULIMIENTO DE SUPERFICIE:**

**Figura 62: Curva para pulimiento de superficie.**



Fuente: ASTM D6433-03.

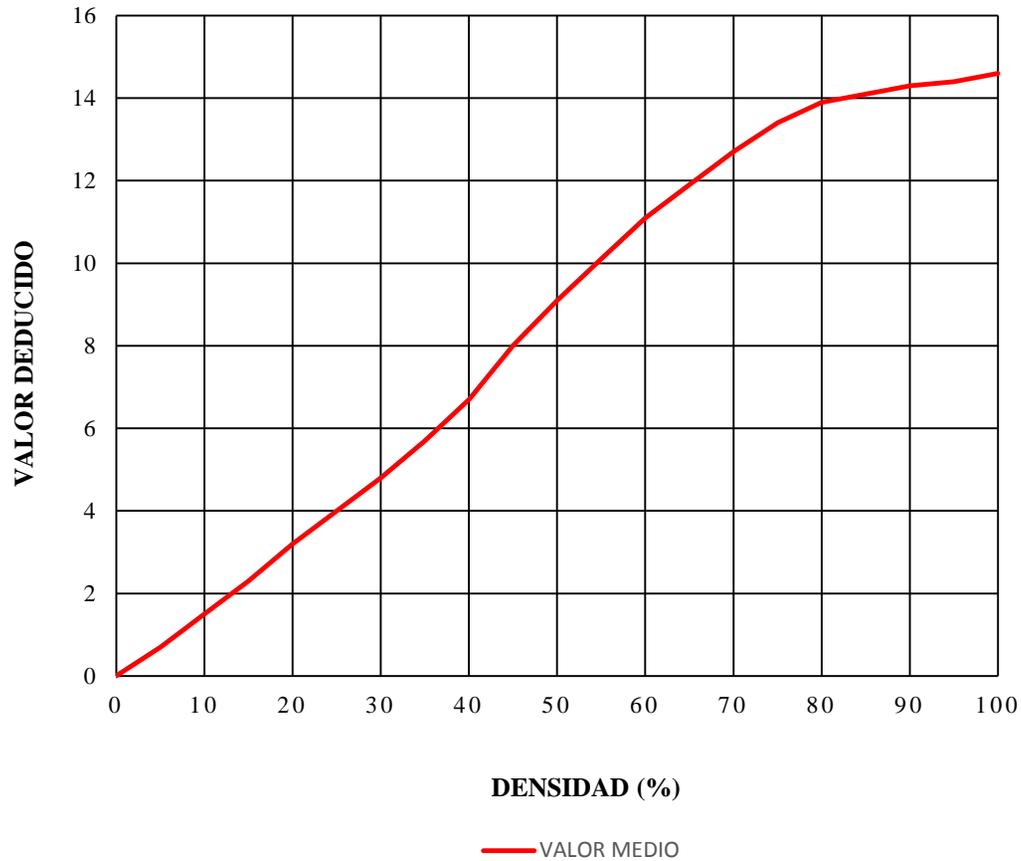
**Cuadro 29: VD para pulimiento de superficie**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
0	0
5	0.8
10	1.3
15	2.8
20	3.8
25	4.6
30	5.3
35	5.9
40	6.4
45	6.8
50	7.2
55	7.5
60	7.8
65	8.1
70	8.4
75	8.6
80	8.9
85	9.1
90	9.3
95	9.5
100	9.7

Fuente: ASTM D6433-03.

## 11. DESINTEGRACIÓN, AGUJEROS (POPOUTS):

Figura 63: Curva para desintegración, agujeros (popouts)



Fuente: ASTM D6433-03.

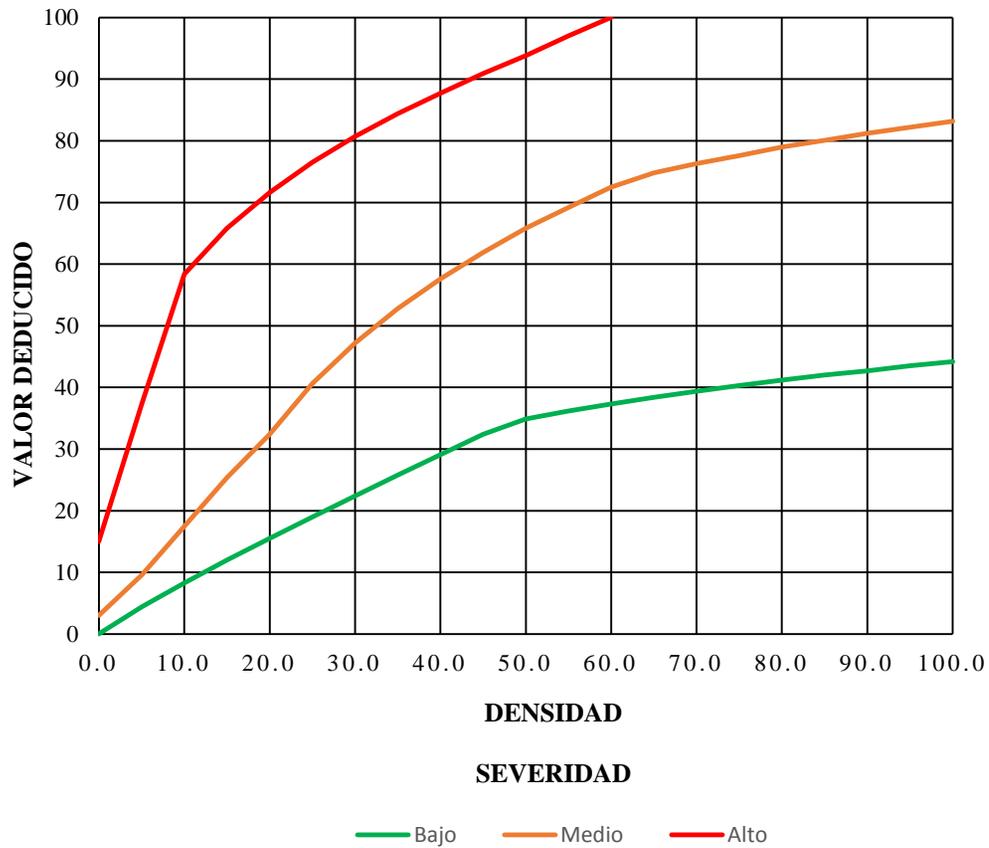
Cuadro 30: VD para desintegración, agujeros (popouts)

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
0	0
5	0.7
10	1.5
15	2.3
20	3.2
25	4
30	4.8
35	5.7
40	6.7
45	8
50	9.1
55	10.1
60	11.1
65	11.9
70	12.7
75	13.4
80	13.9
85	14.1
90	14.3
95	14.4
100	14.6

Fuente: ASTM D6433-03.

12. BLOWUP – BUCKLING:

Figura 64: Curvas para Blowup – buckling.



Fuente: ASTM D6433-03.

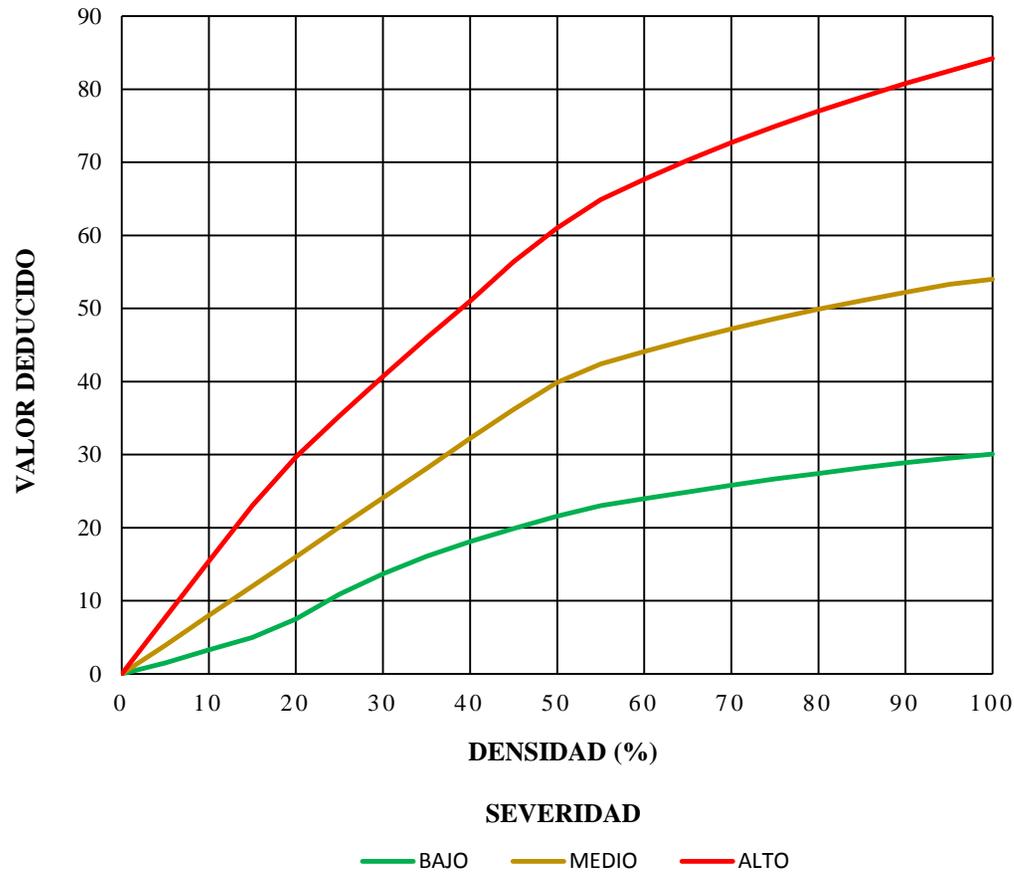
Cuadro 31: VD para Blowup – buckling.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0.0	0	3.00	15.00
5.00	4.40	9.60	37.30
10.00	8.30	17.50	58.40
15.00	12.00	25.40	65.80
20.00	15.50	32.40	71.60
25.00	19.00	40.60	76.50
30.00	22.40	47.20	80.70
35.00	25.80	52.80	84.40
40.00	29.10	57.60	87.70
45.00	32.40	61.90	90.90
50.00	34.90	65.80	93.80
55.00	36.20	69.20	97.00
60.00	37.30	72.50	100.00
65.00	38.40	74.80	-
70.00	39.40	76.30	-
75.00	40.30	77.60	-
80.00	41.20	79.00	-
85.00	42.00	80.10	-
90.00	42.70	81.20	-
95.00	43.50	82.20	-
100.00	44.20	83.20	-

Fuente: ASTM D6433-03.

### 13. ESCALA.

Figura 65: Curvas para escala.



Fuente: ASTM D6433-03.

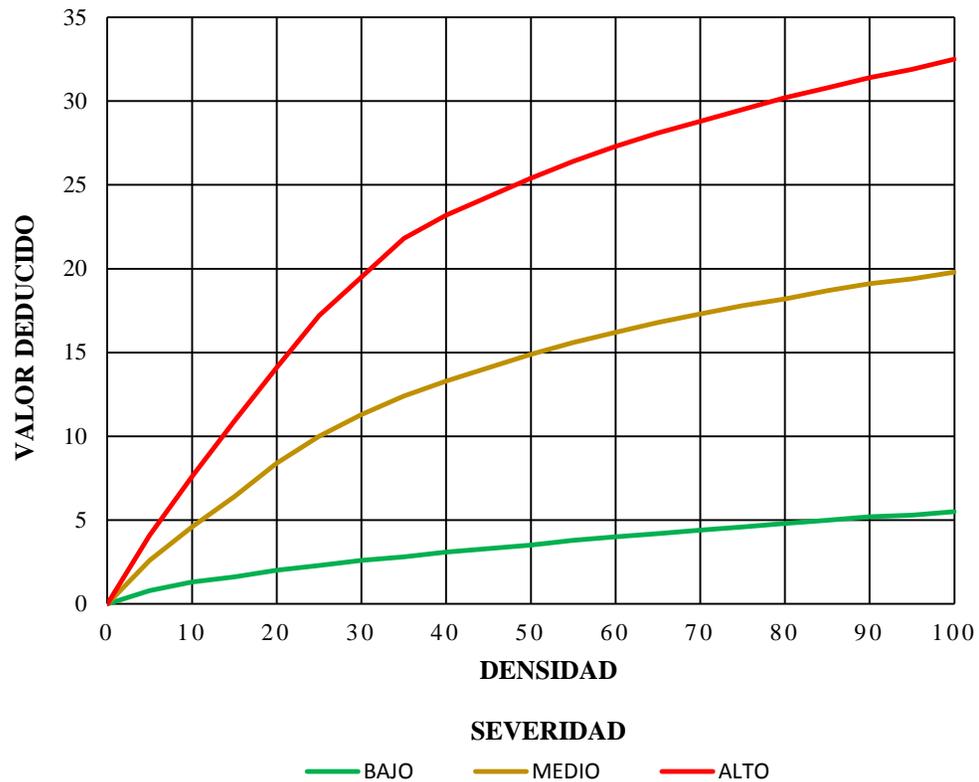
Cuadro 32: VD para escala.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	1.5	3.9	7.7
10	3.3	8	15.4
15	5	12	23
20	7.5	16	29.7
25	10.9	20.1	35.3
30	13.7	24.1	40.7
35	16.1	28.1	46
40	18.1	32.2	51
45	19.9	36.2	56.4
50	21.6	39.9	61
55	23	42.4	64.9
60	24	44.1	67.7
65	24.9	45.7	70.3
70	25.8	47.2	72.7
75	26.7	48.6	74.9
80	27.4	49.9	77
85	28.2	51.1	78.9
90	28.9	52.2	80.8
95	29.5	53.3	82.5
100	30.1	54	84.2

Fuente: ASTM D6433-03.

**14. DESNIVEL CARRIL / BERMA:**

**Cuadro 33: Curvas para Desnivel carril / berma.**



Fuente: ASTM D6433-03.

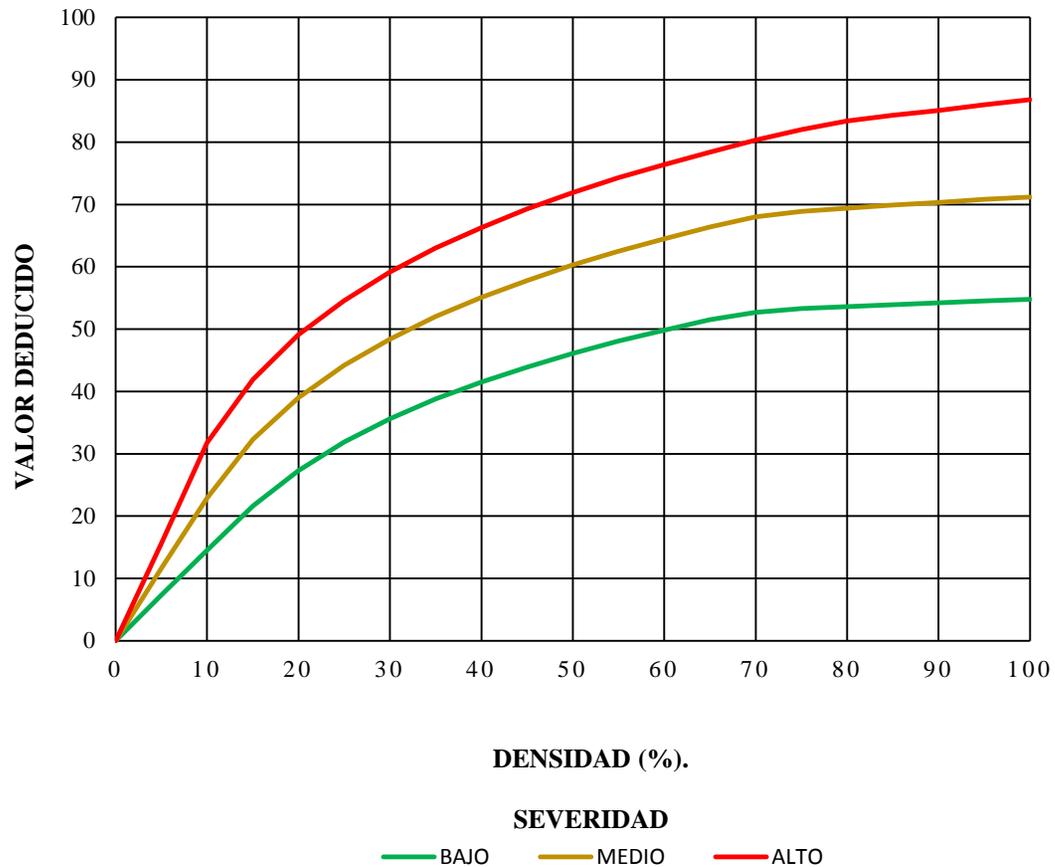
**Cuadro 34: VD para desnivel carril / berma.**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	0.8	2.6	4.1
10	1.3	4.6	7.6
15	1.6	6.4	10.9
20	2	8.4	14.1
25	2.3	10	17.2
30	2.6	11.3	19.5
35	2.8	12.4	21.8
40	3.1	13.3	23.2
45	3.3	14.1	24.3
50	3.5	14.9	25.4
55	3.8	15.6	26.4
60	4	16.2	27.3
65	4.2	16.8	28.1
70	4.4	17.3	28.8
75	4.6	17.8	29.5
80	4.8	18.2	30.2
85	5	18.7	30.8
90	5.2	19.1	31.4
95	5.3	19.4	31.9
100	5.5	19.8	32.5

Fuente: ASTM D6433-03.

**15. HUNDIMIENTO (PUNZONAMIENTO):**

**Figura 66: Curvas para hundimiento (punzonamiento).**



Fuente: ASTM D6433-03.

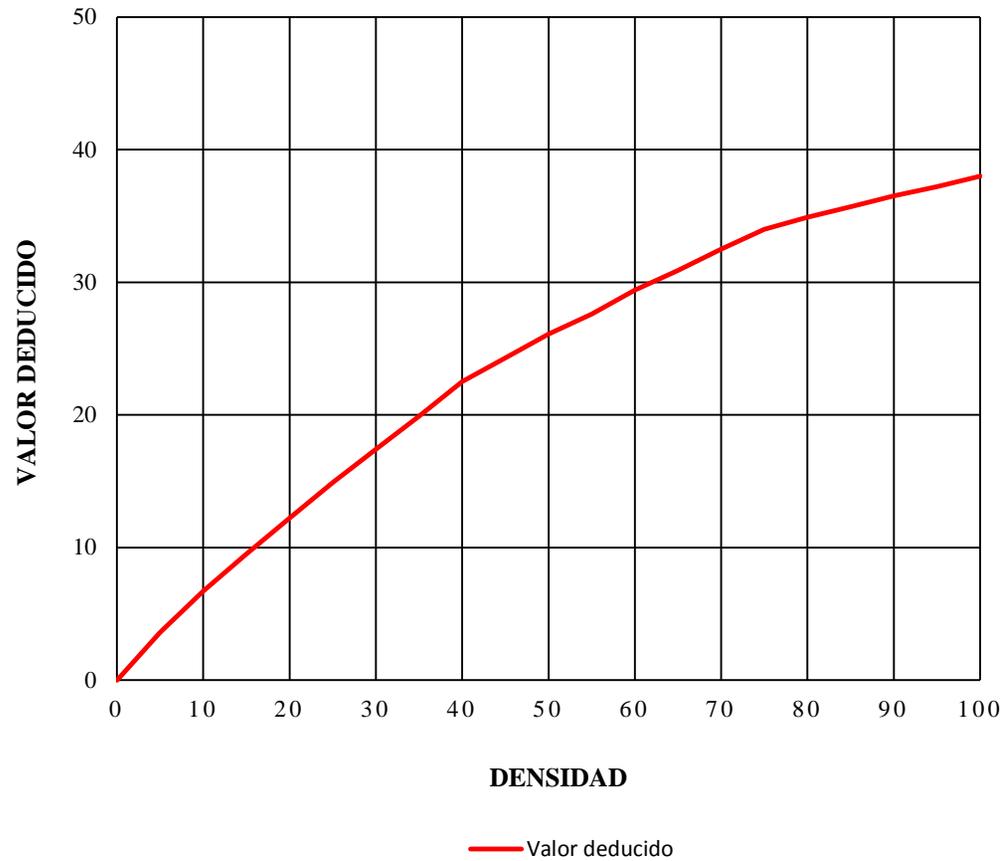
**Cuadro 35: VD para hundimiento (punzonamiento).**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	7.3	11.6	15.6
10	14.5	22.9	31.8
15	21.6	32.3	41.9
20	27.3	39.0	49.1
25	31.9	44.2	54.6
30	35.6	48.4	59.2
35	38.8	52.0	63.0
40	41.5	55.1	66.3
45	43.9	57.8	69.3
50	46.1	60.3	71.9
55	48.1	62.5	74.3
60	49.8	64.5	76.4
65	51.5	66.4	78.4
70	52.7	68.0	80.3
75	53.3	68.9	82.0
80	53.6	69.4	83.4
85	53.9	69.9	84.3
90	54.2	70.3	85.1
95	54.5	70.8	86.0
100	54.8	71.2	86.8

Fuente: ASTM D6433-03.

16. BOMBEO:

Figura 67: Curva para bombeo:



Fuente: ASTM D6433-03.

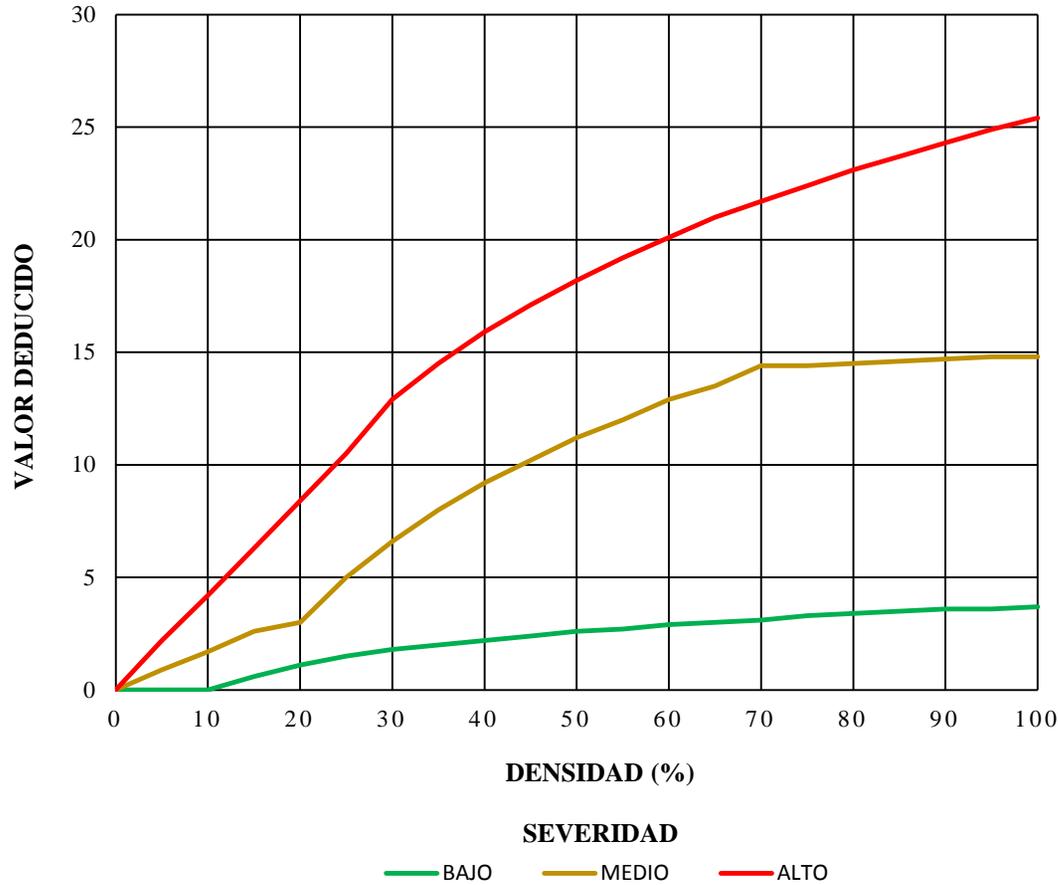
Cuadro 36: VD para bombeo.

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
0	0
5	3.6
10	6.7
15	9.5
20	12.2
25	14.9
30	17.4
35	19.9
40	22.5
45	24.3
50	26.1
55	27.6
60	29.4
65	30.9
70	32.5
75	34
80	34.9
85	35.7
90	36.5
95	37.2
100	38

Fuente: ASTM D6433-03.

**17. PARCHE PEQUEÑO DETERIORADO:**

**Figura 68: Curvas para parque pequeño deteriorado.**



Fuente: ASTM D6433-03.

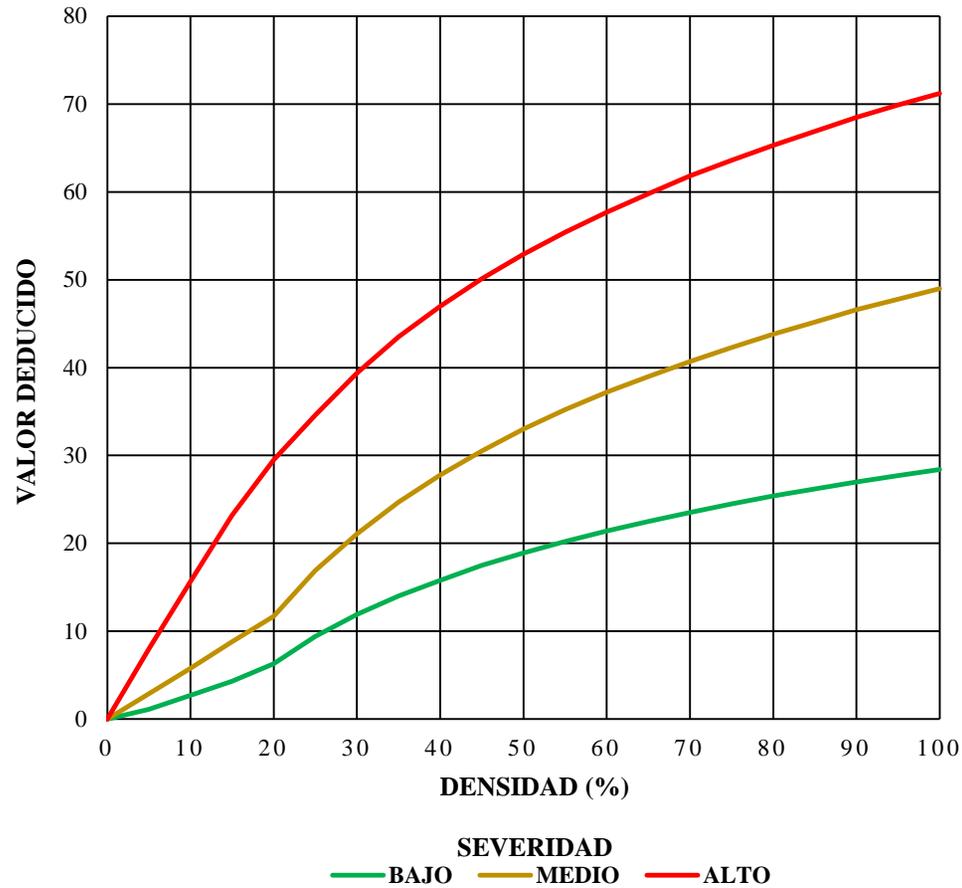
**Cuadro 37: VD para parche pequeño deteriorado**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	0	0.9	2.2
10	0	1.7	4.2
15	0.6	2.6	6.3
20	1.1	3	8.4
25	1.5	5	10.5
30	1.8	6.6	12.9
35	2	8	14.5
40	2.2	9.2	15.9
45	2.4	10.2	17.1
50	2.6	11.2	18.2
55	2.7	12	19.2
60	2.9	12.9	20.1
65	3	13.5	21
70	3.1	14.4	21.7
75	3.3	14.4	22.4
80	3.4	14.5	23.1
85	3.5	14.6	23.7
90	3.6	14.7	24.3
95	3.6	14.8	24.9
100	3.7	14.8	25.4

Fuente: ASTM D6433-03.

**18. PARCHE GRANDE DETERIORADO:**

**Figura 69: Curvas para parche grande deteriorado.**



Fuente: ASTM D6433-03.

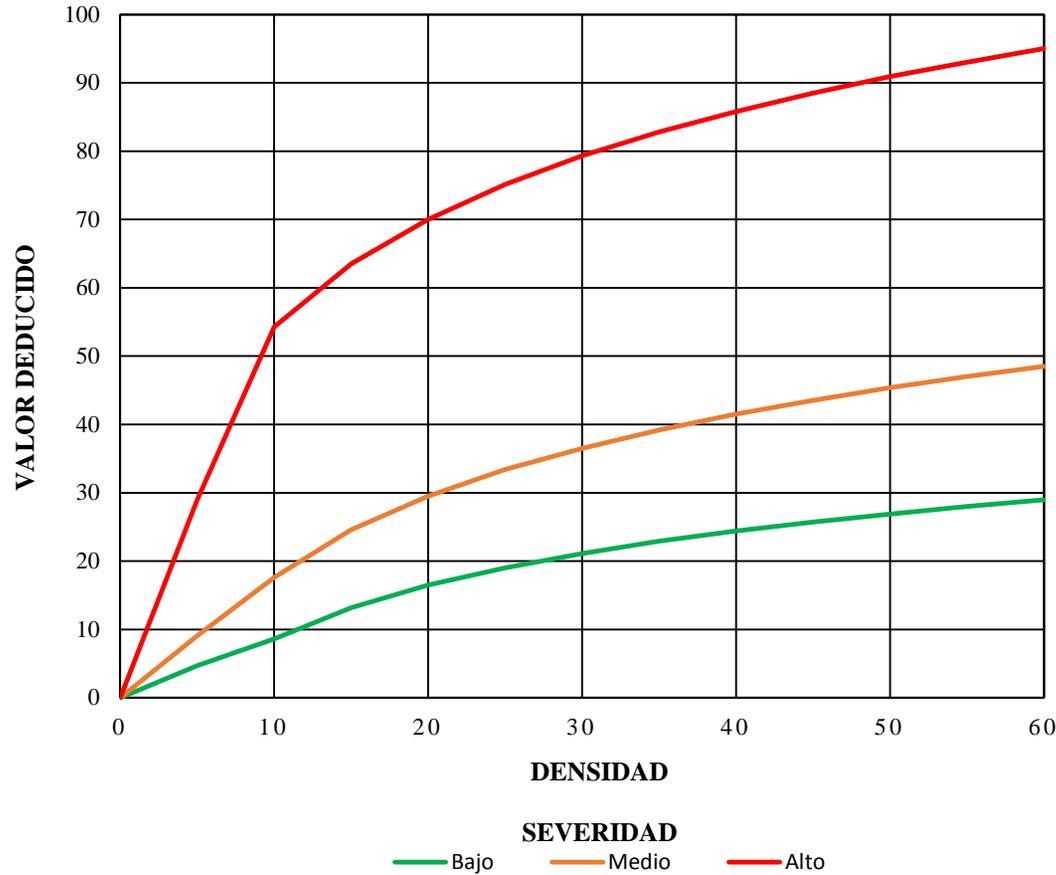
**Cuadro 38: VD para parche grande deteriorado.**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	1.1	2.9	8
10	2.7	5.8	15.7
15	4.3	8.8	23.2
20	6.3	11.7	29.5
25	9.4	16.9	34.6
30	11.9	21.1	39.4
35	14	24.7	43.5
40	15.8	27.8	47
45	17.5	30.5	50.1
50	18.9	33	52.9
55	20.2	35.2	55.4
60	21.4	37.2	57.7
65	22.5	39	59.8
70	23.5	40.7	61.8
75	24.5	42.3	63.6
80	25.4	43.8	65.3
85	26.2	45.2	66.9
90	27	46.6	68.5
95	27.7	47.8	69.9
100	28.4	49	71.2

Fuente: ASTM D6433-03.

**19. CRUCE DE VÍA FERREA:**

**Figura 70: Curvas para vía férrea.**



*Fuente: ASTM D6433-03.*

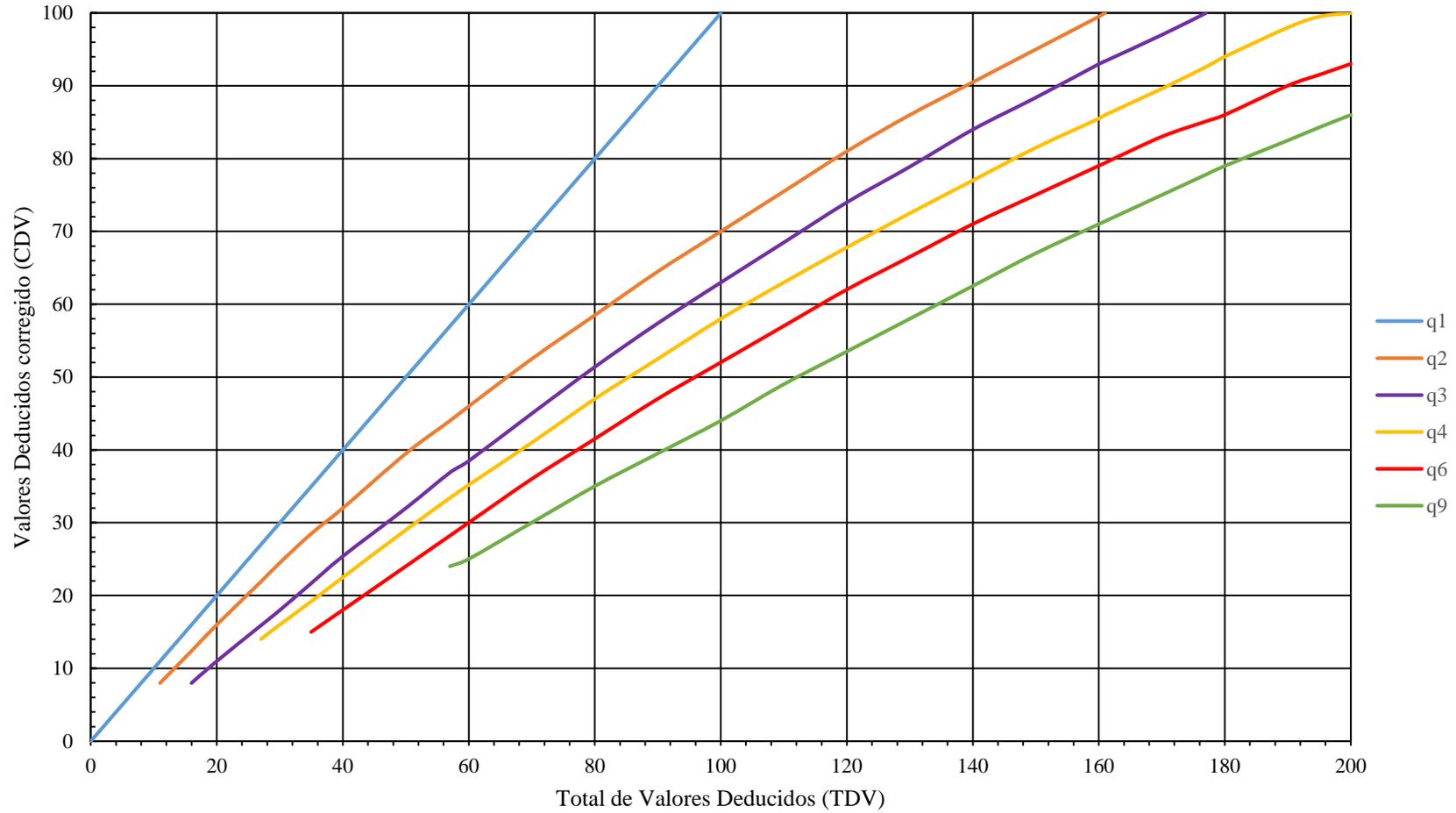
**Cuadro 39: Valores deducidos para vía férrea.**

DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
0	0	0	0
5	4.7	9.1	29
10	8.6	17.6	54.3
15	13.2	24.6	63.5
20	16.5	29.5	70
25	19	33.4	75.1
30	21.1	36.5	79.3
35	22.9	39.2	82.8
40	24.4	41.5	85.8
45	25.7	43.5	88.5
50	26.9	45.4	90.9
55	28	47	93
60	29	48.5	95
65	0	0	0
70	0	0	0
75	0	0	0
80	0	0	0
85	0	0	0
90	0	0	0
95	0	0	0
100	0	0	0

*Fuente: ASTM D6433-03.*

## 20. CURVAS DE CORRECCIÓN DE VALORES DEDUCIDOS:

Figura 71: Curva de corrección de valores deducidos para pavimentos rígidos.



Fuente: ASTM D6433-03.

**Cuadro 40: Valores deducidos corregidos.**

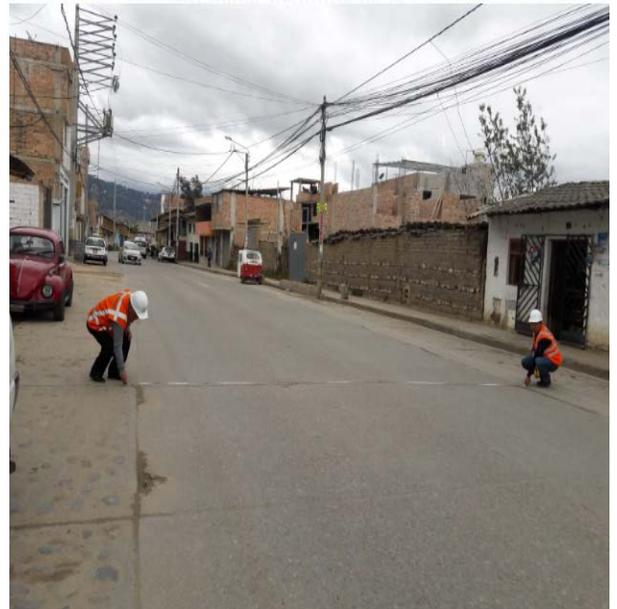
TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q9
0.00	0.00						
10.00	10.00						
11.00	11.00	8.00					
16.00	16.00	12.40	8.00				
20.00	20.00	16.00	11.00				
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00			
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00			
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	17.00	15.00	
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	20.00	18.00	
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	26.50	24.00	
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	30.80	28.20	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	32.6	30.00	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	38.5	36.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	44.2	41.50	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	49.7	47.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	55	52.00	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	60	57.00	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	64.9	62.00	53.50
130.00		86.00	78.90	72.50	69.5	66.50	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	74	71.00	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	78.2	75.00	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	82.2	79.00	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	82.7	79.40	71.40
170.00			97.00	89.60	86.3	83.00	75.00
177.00			100.00	92.60	88.8	85.10	77.80
180.00				94.00	90	86.00	79.00
190.00				98.00	94	90.00	82.50
195.00				99.50	95.5	91.50	84.30
200.00				100.00	96.5	93.00	86.00

*Fuente: ASTM D6433-03.*

**ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO:**



Fotografía 1: Equipo utilizado para el levantamiento topográfico de la vía.



Fotografía 2: Medición del ancho de la calzada.

**UM- 1 Prog (0+000 – 0+035.07):**



Fotografía 3: Grietas longitudinal de severidad media.



Fotografía 4: Parche grande deteriorado de severidad baja.

**UM-2 Prog (0+035.07-0.074.41):**



Fotografía 5: Grietas de esquina de severidad media.

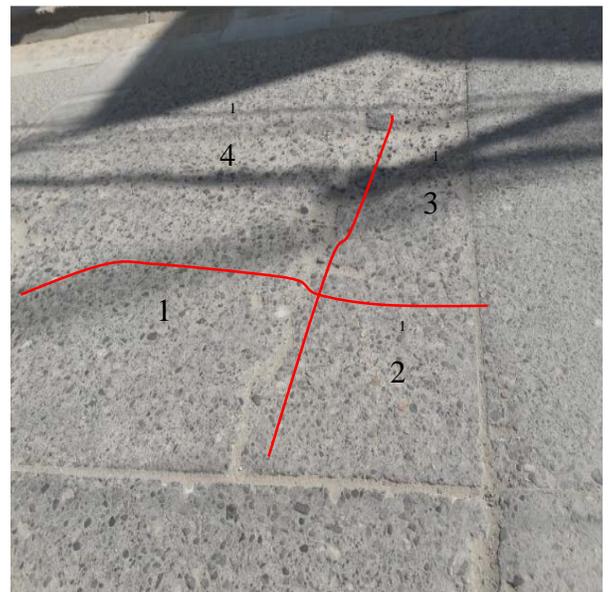


Fotografía 6: Hundimiento de severidad baja.

**UM-3 Prog (0+074.41-0+105.24):**

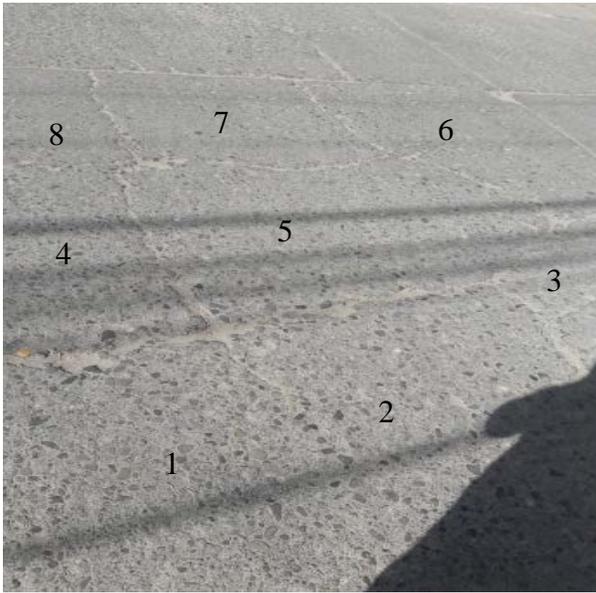


Fotografía 7: Grieta de severidad media.



Fotografía 8: Grietas en bloque con severidad baja

**UM-4 Prog (0+105.24-0+144.37):**



Fotografía 9: Grietas en bloque con severidad media



Fotografía 10: Pulimiento de la superficie.

**UM-5 Prog (0+144.37-0+181.62):**



Fotografía 11: Pulimiento de la superficie, Grietas transversales de severidad media.



Fotografía 12: Parche grande deteriorado de severidad media.

**UM-6 Prog(0+181.62-0+220.34):**



Fotografía 13: Grietas en bloque de severidad baja.



Fotografía 14: Junta deteriorada de severidad baja.

**UM-7 Prog (0+220.34-0+259.43):**



Fotografía 15: Grietas longitudinal de severidad media



Fotografía 16: Descascaramiento de junta de severidad baja y grieta de esquina de severidad baja.

**UM-8 Prog (0+259.43-0+294.51):**



Fotografía 17: Descascaramiento de junta.



Fotografía 18: Descascaramiento de esquina.

**UM-9 Prog (0+294.51-0+337.13):**



Fotografía 19: Grieta longitudinal de severidad media.



Fotografía 20: Pulimiento de la superficie.

**UM-10 Prog (0+337.13-0+378.88):**

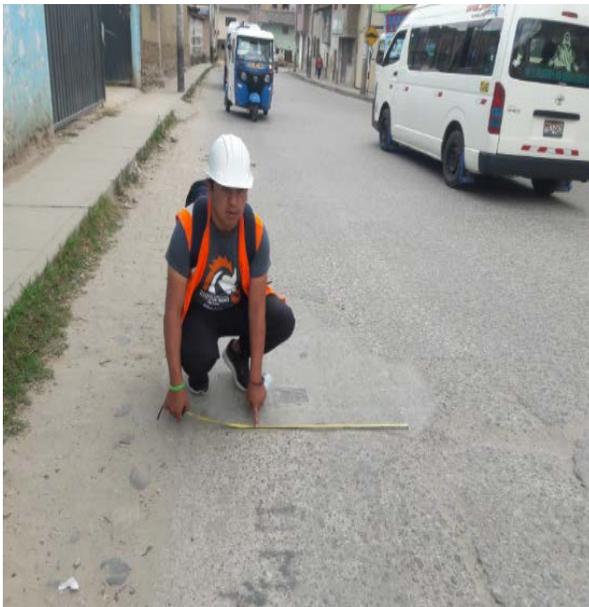


Fotografía 21: Pulimiento de la superficie

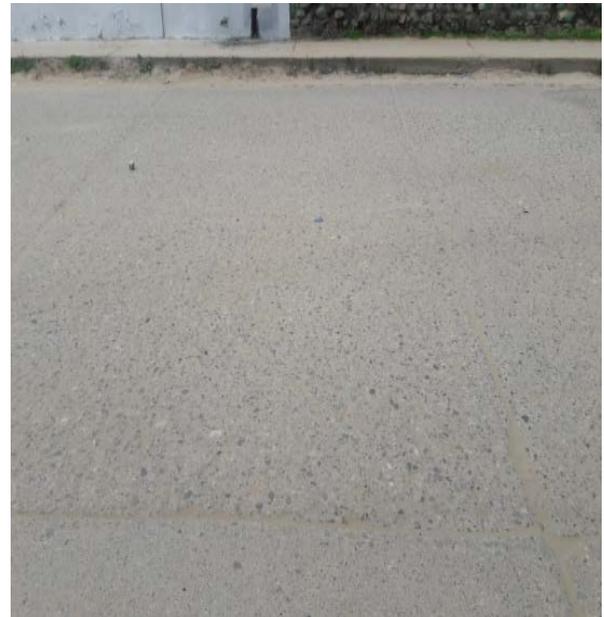


Fotografía 22: Descascaramiento de junta.

**UM-11 Prog (0+378.88-0+410.63):**



Fotografía 23: Parche pequeño deteriorado.



Fotografía 24: Pulimiento de la superficie.

**UM- 12 Prog (0+410.63-0+443.33):**

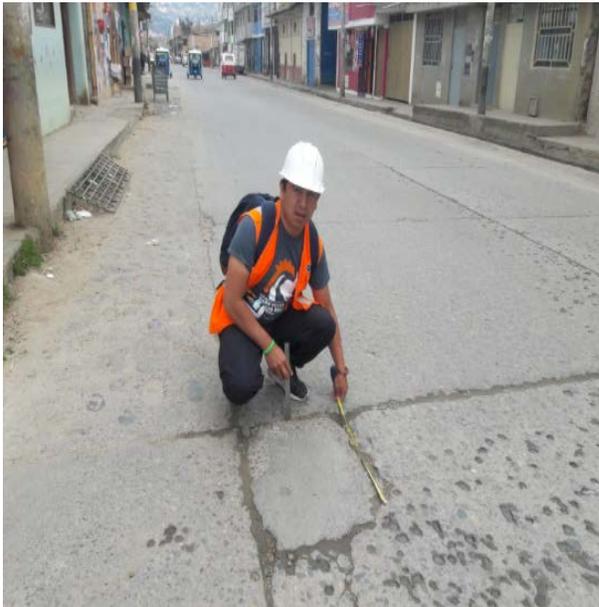


Fotografía 25: Pulimiento de la superficie y hundimiento.



Fotografía 26: Descascaramiento de esquina.

**UM-13 Prog (0+443.33-0+476.28):**



Fotografía 27: Grietas de esquina de severidad baja.



Fotografía 28: Parche grande deteriorado de severidad baja.

**UM-14 Prog (0+476.28-0+509.27):**



Fotografía 29: Grietas de esquina de severidad media.



Fotografía 30: Parche pequeño deteriorado de severidad baja.

**UM-15 Prog (0+509.27-0+542.24):**



Fotografía 31: Descascaramiento de junta.



Fotografía 32: Descascaramiento de esquina.

**UM-16 Prog (0+542.24-0+582.76):**



Fotografía 33: Escala de severidad baja.

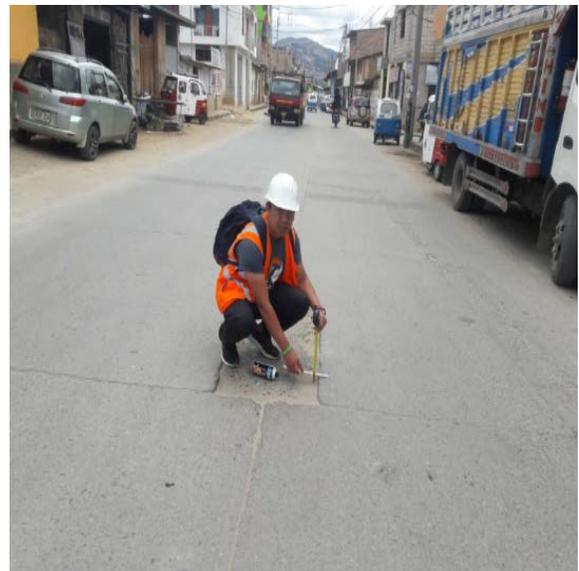


Fotografía 34: Descascaramiento de esquina de severidad baja.

**UM-17 Prog (0+582.76-0+619.85):**



Fotografía 35: Desnivel carril / berma de severidad baja.



Fotografía 36: Parche grande deteriorado de severidad baja.

**UM-18 Prog (0+619.85-0+656.95):**



Fotografía 37: Popouts.



Fotografía 38: Descascaramiento de junta.

**UM-19 Prog (0+656.95-0+694.32):**



Fotografía 39: Descascaramiento de junta de severidad baja.



Fotografía 40: Grietas de severidad media.

**UM-20 Prog (0+694.32-0+733.59):**



Fotografía 41: Descascaramiento de junta de severidad baja.

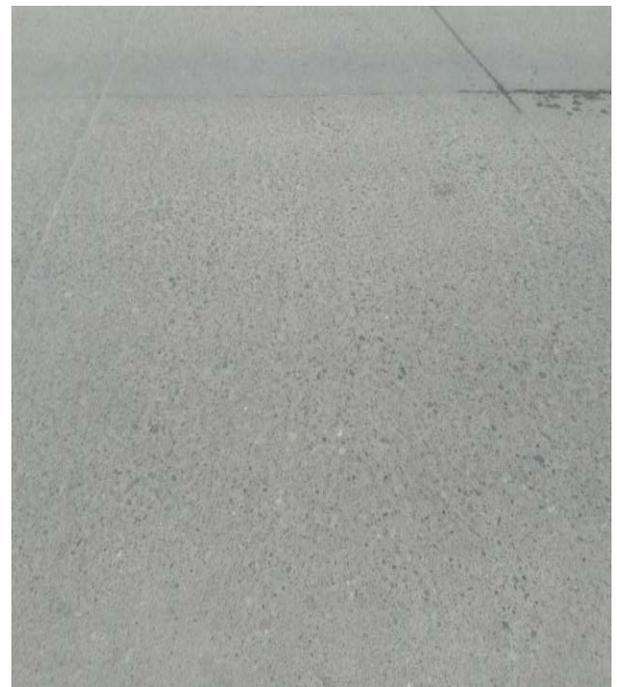


Fotografía 42: Pulimiento de la superficie.

**UM-21 Prog (0+733.59-0+767.81):**



Fotografía 43: Descascaramiento de junta de severidad media.

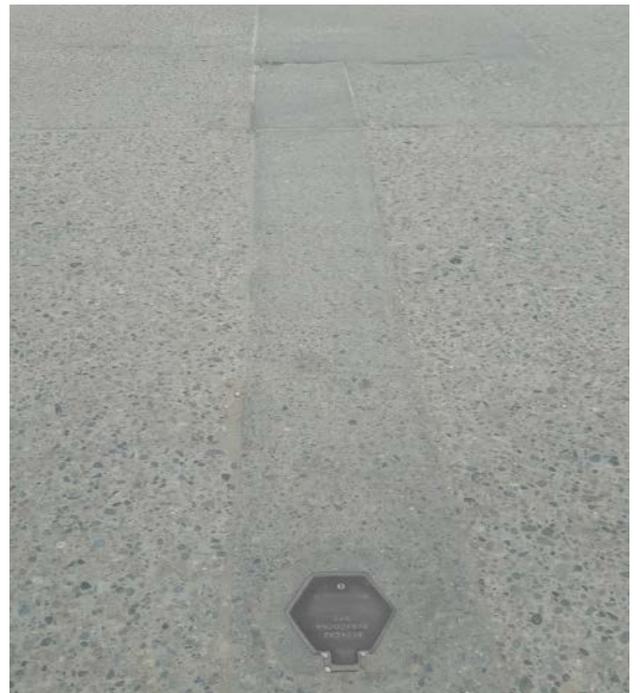


Fotografía 44: Pulimiento de la superficie.

**UM-22 Prog (0+767.81-0+798.88):**



Fotografía 45: Parche pequeño deteriorado de severidad baja.



Fotografía 46: Parche grande deteriorado de severidad baja.

**UM-23 Prog (0+798.88-0+836.78):**



Fotografía 47: Desnivel carril berma severidad media.



Fotografía 48: descascamiento de esquina.

**UM-24 Prog (0+836.78-0+875.76):**



Fotografía 49: Descascaramiento de junta de severidad media.



Fotografía 50: Parche grande deteriorado de severidad media.

**UM-25 Prog (0+875.76-0+914.61):**



Fotografía 51: Grieta de severidad media.



Fotografía 52: Junta deteriorada de severidad media.

**UM-26 Prog (0+914.61-0+950.44):**



Fotografía 53: Desnivel carril berma de severidad baja.



Fotografía 54: Descascaramiento de junta de severidad baja.

**UM-27 Prog (0+950.44-0+988.08):**



Fotografía 55: Descascaramiento de junta de severidad media.

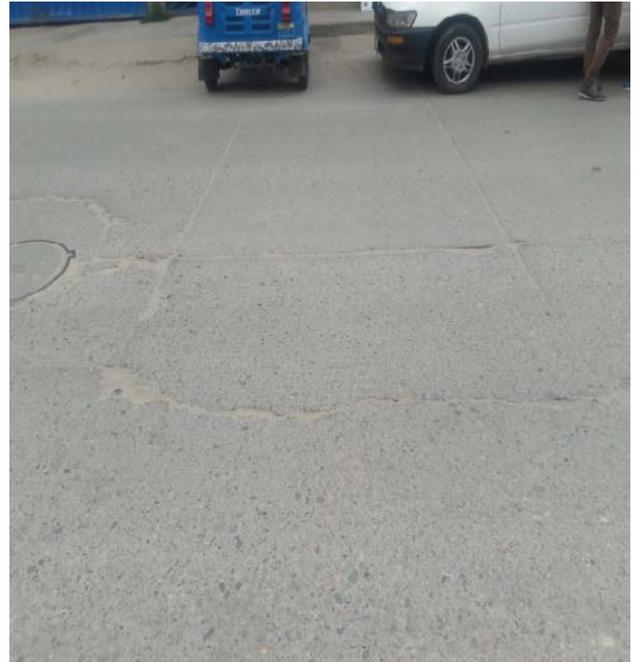


Fotografía 56: Parche pequeño deteriorado de severidad baja.

**UM-28 Prog (0+988.08-01+025.73):**



Fotografía 57: Desnivel carril berma de severidad baja.



Fotografía 58: Grietas de severidad baja.

**UM-29 Prog (01+025.73-01+060.95):**



Fotografía 59: Deterioro de parche grande.

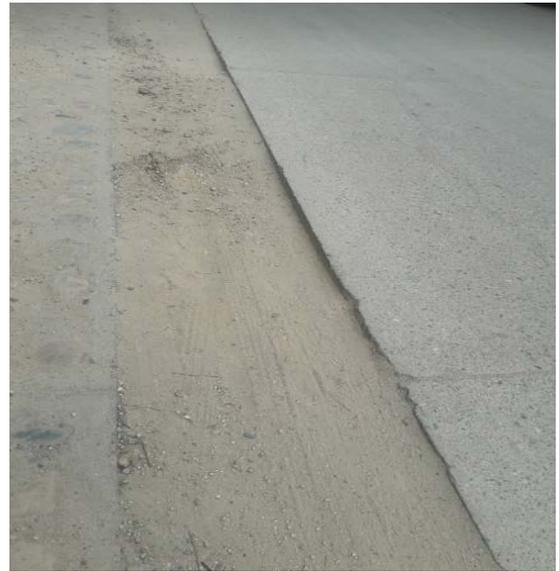


Fotografía 60: Pulimiento de la superficie.

**UM-30 Prog (01+060.95-01+097.03):**

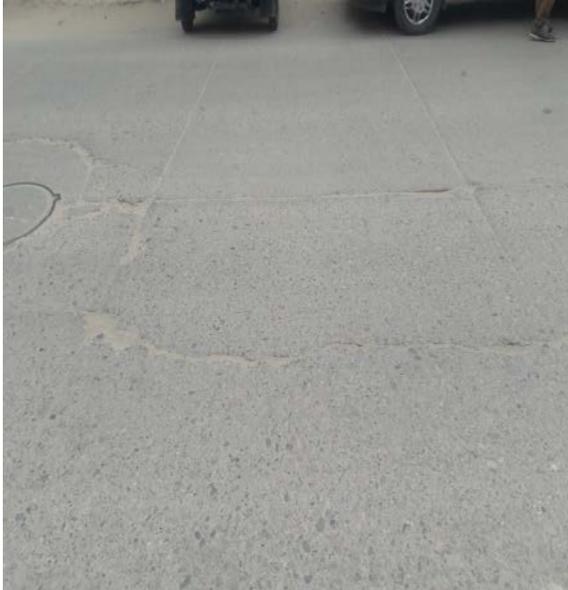


Fotografía 61: Deterioro de junta de severidad baja.

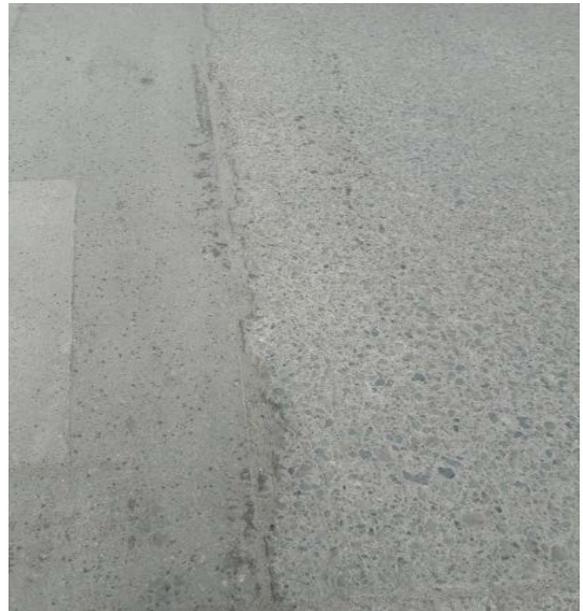


Fotografía 62: Desnivel carril berma de severidad baja.

**UM-31 Prog (01+097.03-01+132.47):**



Fotografía 63: Grietas de severidad media

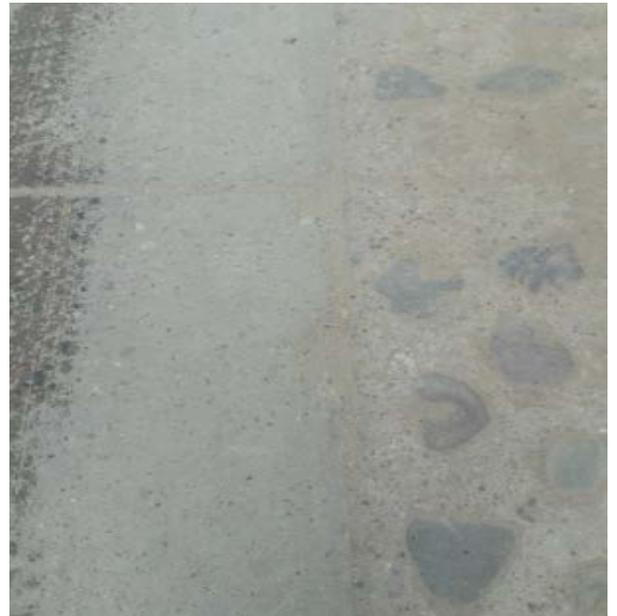


Fotografía 64: Descascaramiento de junta de severidad baja.

**UM-32 Prog (01+132.47-01+168.63):**



Fotografía 65: Desnivel carril  
berma de severidad media.

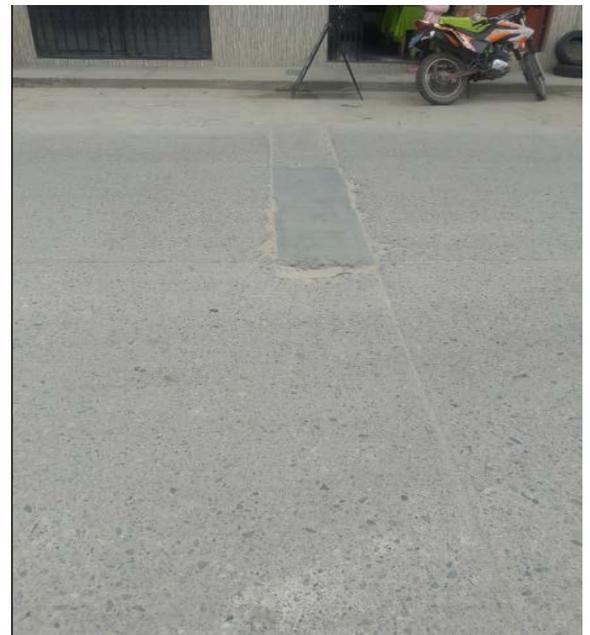


Fotografía 66: Descascaramiento  
de junta de severidad baja.

**UM-33 Prog (01+168.63-01+204.87):**



Fotografía 67: Desnivel carril  
berma de severidad baja.

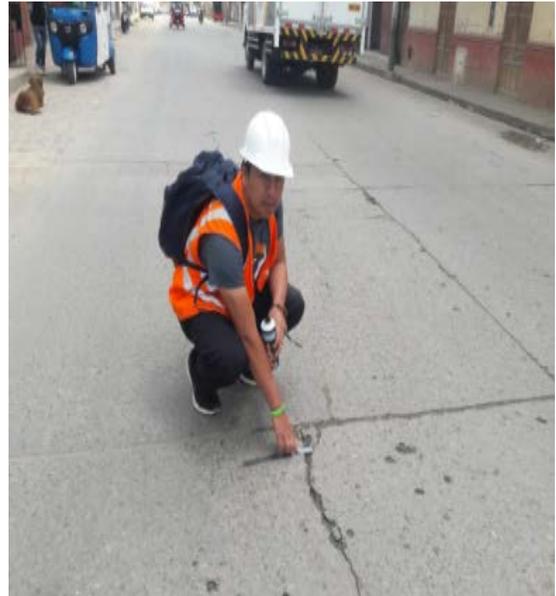


Fotografía 68: Parche pequeño  
deteriorado de severidad media.

**UM-34 Prog (01+204.87-01+241.00):**



Fotografía 69: Descascaramiento de junta.



Fotografía 70: Grieta longitudinal de severidad media.

**UM-35 Prog (01+241.00-01+269.70):**



Fotografía 71: Grieta de esquina de severidad baja.



Fotografía 72: Desnivel carril berma de severidad media.

## **ANEXO 05: RELACIÓN DE PLANOS.**

P01- PLANO DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL TRAMO VALUADO.

P02-PLANO DE UBICACIÓN DEL TRAMO EVALUADO.

P03-PLANO DE SECCIONES TÍPICAS.

P04-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-1 Y UM-2.

P05-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-3 Y UM-4.

P06-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-5 Y UM-6.

P07-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-7 Y UM-8.

P08-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-9 Y UM-10.

P09-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-11 Y UM-12.

P10-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-13 Y UM-14.

P11-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-15 Y UM-16.

P12-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-17 Y UM-18.

P13-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-19 Y UM-20.

P14-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-21 Y UM-22.

P15-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-23 Y UM-24.

P16-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-25 Y UM-26.

P17-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-27 Y UM-28.

P18-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-29 Y UM-30.

P19-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-31 Y UM-32.

P20-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-33 Y UM-34.

P21-PLANO DE UBICACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO UM-35.