

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA EL ANÁLISIS SUPERFICIAL DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LA PAZ DE LA CUADRA 05 A LA CUADRA 11 DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACHILLER: CHUQUIMANGO BUSTAMANTE JUAN RICHARD

ASESOR: ING. WILLIAM PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES

CAJAMARCA – PERÚ
2019

COPYRIGHT © 2019by
CHUQUIMANGO BUSTAMANTE, JUAN RICHARD
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Agradezco a Dios por brindarme toda la fuerza y salud necesaria para poder realizar este trabajo de investigación y así poder lograr una meta más que he planteado en la ruta de mi vida.

A mi asesor

Gracias al ingeniero quien me ha brindado todo su apoyo y sus recomendaciones para poder iniciar el desarrollo de la investigación, y impulsando hasta lograr la culminación.

A mis padres y hermanos

Gracias a ellos estoy cumpliendo cada uno de mis metas que me he propuesto cumplirlo, y seguiré adelante sin defraudarlos.

A los profesionales y amigos

Mis amigos siempre están dándome ánimos para seguir adelante y agradecer a los profesionales que me brindaron su apoyo y conocimiento en realizar la investigación.

CHUQUIMANGO BUSTAMANTE JUAN RICHARD

DEDICATORIA

A Dios por mantenerme siempre
con buena salud y muchos ánimos
para luchar en la vida diaria.

A mis padres y hermanos, por brindarme un amor
Incondicional, un apoyo sin esperar nada a cambio
durante mi etapa como estudiante
y como egresado, siempre me han comprendido
durante momentos difíciles que he atravesado en mi vida.

CHUQUIMANGO BUSTAMANTE JUAN RICHARD

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	3
DEDICATORIA.....	4
ÍNDICE	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
Keywords	14
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
ASPECTOS GENERALES.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.4. VARIABLES.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. LIMITACIONES.....	17
1.8. OBJETIVOS.....	18
1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	19
1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	20
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	21
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	22

2.1.3. Antecedentes locales.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1. Definición de pavimento	24
2.2.2. Clasificación de los pavimentos rígidos	26
2.2.3. CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS.....	29
2.2.4. Evaluación de la visual del pavimento.....	31
2.2.5. Tipos de fallas en pavimentos	32
2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	33
2.3.1. Tipos de fallas en pavimentos rígidos	36
2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI	61
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.	62
3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	64
3.1.1. Ubicación política	65
3.1.2. Ubicación geográfica	65
3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN	66
3.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS	66
3.4. DATOS DE LA VÍA A ANALIZAR.....	66
3.5. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI.	67
3.5.1. División del pavimento en unidades de muestra	67
3.5.2. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación.....	67
3.5.3. Evaluación de un proyecto	68
3.6. DISEÑO METODOLÓGICO	68
4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	72
4.1. RESULTADOS.....	72
4.1.1. Cálculo de las unidades de muestreo.....	72

4.1.2. Selección de las unidades de muestreo.	73
4.1.3. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestras.	73
4.1.4. Método de cálculo por cada unidad de muestreo	74
4.1.5. Análisis de las unidades seleccionados	79
4.2. TIPOS DE FALLAS QUE SE ENCONTRARON EN LAS UM.	106
4.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.....	107
4.4. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA Av. LA PAZ DESDE LA CUDRA N°05 HASTA LA CUDRA N°11	108
4.5. INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO DE LA Av. LA PAZ DESDE LA CUDRA N°05 HASTA LA CUDRA N°11	110
4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	113
4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	114
4.8. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN	114
4.8.1. Mantenimiento	114
4.8.2. Rehabilitación	114
4.8.3. Construcción.....	123
5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
5.1. CONCLUSIONES	124
5.2. RECOMENDACIONES.....	125
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
7. ANEXOS.....	129
7.1. (Anexo 1) Hoja con formato para registro de fallas en el pavimento	129
7.2. (Anexo 2) Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento	130
7.3. (Anexo 3) Gráfico para hallar el valor deducido corregido	135
7.4. (Anexo 4) Hojas de unidades de muestreo	136

7.5. (Anexo 5) Fotografías de fallas resaltantes en la av. La Paz desde la cuadra 05 hasta la cuadra 11.	157
---	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Rango de clasificación del PCI.	34
Tabla N° 2: Nivel de severidad para losa dividida.....	39
Tabla N° 3: Niveles de severidad para escala.	42
Tabla N° 4: Niveles de severidad para punzonamiento.	54
Tabla N° 5: Nivel de severidad para descascaramiento en esquina.....	58
Tabla N° 6: Niveles de severidad descascaramiento de juntas.	60
Tabla N° 7: Rango de calificación del PCI.	61
Tabla N° 8: Intervención en base al rango de PCI.....	62
Tabla N° 9: Coordenadas del punto inicial y el punto final.....	66
Tabla N° 10: Evaluación de unidades de muestreo.	74
Tabla N° 11: Fallas más comunes en el pavimento de la Av. la paz.	74
Tabla N° 12: Cálculo del porcentaje de densidades de fallas en UM-13.	76
Tabla N° 13: Valores deducidos para las fallas de la UM-19.....	77
Tabla N° 14: Valor deducido corregido para la UM-19.	78
Tabla N° 15: Identificación de fallas en UM – 01.	79
Tabla N° 16: Identificación de fallas en UM – 03.	80
Tabla N° 17: Identificación de fallas en UM – 05.	81
Tabla N° 18: Identificación de fallas en UM – 07.	83
Tabla N° 19: Identificación de fallas en UM – 09.	84
Tabla N° 20: Identificación de fallas en UM – 11.	85
Tabla N° 21: Identificación de fallas en UM – 13.	86
Tabla N° 22: Identificación de fallas en UM – 15.	88
Tabla N° 23: Identificación de fallas en UM – 17.	89
Tabla N° 24: Identificación de fallas en UM – 19.	91
Tabla N° 25: Identificación de fallas en UM – 21.	92
Tabla N° 26: Identificación de fallas en UM – 23.	93
Tabla N° 27: Identificación de fallas en UM – 25.	94
Tabla N° 28: Identificación de fallas en UM – 27.	96
Tabla N° 29: Identificación de fallas en UM – 29.	97

Tabla N° 30: Identificación de fallas en UM – 31.	98
Tabla N° 31: Identificación de fallas en UM – 33.	99
Tabla N° 32: Identificación de fallas en UM – 35.	101
Tabla N° 33: Identificación de fallas en UM – 37.	102
Tabla N° 34: Identificación de fallas en UM – 39.	104
Tabla N° 35: Identificación de fallas en UM – 41.	105
Tabla N° 36: Total de fallas encontradas en las unidades de muestreo.	106
Tabla N° 37: Condición del pavimento por unidad de muestreo.	108
Tabla N° 38: Índice de condición del pavimento en la av. la paz desde cuadra N° 5 hasta cuadra N° 11.	109
Tabla N° 39: Intervenciones en cada unidad de muestreo.	111
Tabla N° 40: Progresivas de intervención.	112
Tabla N° 41: Longitud total por cada intervención.	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Pavimento flexible.	25
Figura N° 2: Pavimento Rígido.	25
Figura N° 3: Pavimento de concreto simple sin pasadores.	26
Figura N° 4: Pavimento de concreto simple con pasadores.	27
Figura N° 5: Pavimento de concreto reforzado.	28
Figura N° 6: Pavimento con refuerzo continuo.	29
Figura N° 7: Diagrama de flujo de vida útil de un pavimento.	31
Figura N° 8: Escala de condición del pavimento	34
Figura N° 9: Buckling de baja severidad.	37
Figura N° 10: De izquierda a derecha, fisura de esquina de baja, media y alta severidad.	39
Figura N° 11: De izquierda a derecha, falla por losa dividida de baja, media y alta severidad.	40
Figura N° 12: De izquierda a derecha, falla de grieta de durabilidad de baja, media y alta severidad.	41
Figura N° 13: De izquierda a derecha, falla por escalonamiento de baja, media y alta severidad.	43

Figura N° 14: De izquierda a derecha, deterioro de junta de baja, media y alta severidad.....	44
Figura N° 15: De izquierda a derecha, falla por desnivel carril-berma de baja, media y alta severidad.	45
Figura N° 16: De izquierda a derecha, grietas lineales de baja, media y alta severidad.....	47
Figura N° 17: De izquierda a derecha, parcheo grande de baja, media y alta severidad.....	48
Figura N° 18: De izquierda a derecha, parcheo pequeño de baja, media y alta severidad.....	49
Figura N° 19: Pulimento de agregados.	50
Figura N° 20: Popouts.	52
Figura N° 21: Manifestaciones de falla por bombeo.....	53
Figura N° 22: De izquierda a derecha, falla por punzonamiento, de baja, media y alta severidad respectivamente.....	54
Figura N° 23: Cruce de vía férrea.....	55
Figura N° 24: De izquierda a derecha, mapa de grietas de baja, media y alta severidad.....	57
Figura N° 25: Fisuras de contracción.	58
Figura N° 26: De izquierda a derecha, descascaramiento de esquina de baja, media y alta severidad.	59
Figura N° 27: De izquierda a derecha, descascaramiento de junta de baja, media y alta severidad.	61
Figura N° 28: Delimitación del pavimento de estudio.....	64
Figura N° 29: Anotación de fallas en UM-19.	75
Figura N° 30: Modelo de hallar el valor deducido en el gráfico de grietas de esquina.....	76
Figura N° 31: Gráfico para hallar el valor deducido corregido.....	78
Figura N° 32: Densidad de cada tipo de falla en UM – 01.....	80
Figura N° 33: Densidad de cada tipo de falla en UM – 03.....	81
Figura N° 34: Densidad de cada tipo de falla en UM – 05.....	82
Figura N° 35: Densidad de cada tipo de falla en UM – 07.....	84
Figura N° 36: Densidad de cada tipo de falla en UM – 09.....	85
Figura N° 37: Densidad de cada tipo de falla en UM – 11.....	86

Figura N° 38: Densidad de cada tipo de falla en UM – 13.....	88
Figura N° 39: Densidad de cada tipo de falla en UM – 15.....	89
Figura N° 40: Densidad de cada tipo de falla en UM – 17.....	90
Figura N° 41: Densidad de cada tipo de falla en UM – 19.....	92
Figura N° 42: Densidad de cada tipo de falla en UM – 21.....	93
Figura N° 43: Densidad de cada tipo de falla en UM – 23.....	94
Figura N° 44: Densidad de cada tipo de falla en UM – 25.....	95
Figura N° 45: Densidad de cada tipo de falla en UM – 27.....	97
Figura N° 46: Densidad de cada tipo de falla en UM – 29.....	98
Figura N° 47: Densidad de cada tipo de falla en UM – 31.....	99
Figura N° 48: Densidad de cada tipo de falla en UM – 33.....	101
Figura N° 49: Densidad de cada tipo de falla en UM – 35.....	102
Figura N° 50: Densidad de cada tipo de falla en UM – 37.....	103
Figura N° 51: Densidad de cada tipo de falla en UM – 39.....	105
Figura N° 52: Densidad de cada tipo de falla en UM – 41.....	106
Figura N° 53: Distribución porcentual de fallas en la Av. La Paz.....	107
Figura N° 54: Distribución del estado en el que se encuentra el pavimento.	110
Figura N° 55: Intervención al pavimento en porcentaje.....	112
Figura N° 56: Fotos de UM- 01.....	157
Figura N° 57: Fotos de UM- 03.....	157
Figura N° 58: Fotos de UM- 05.....	158
Figura N° 59: Fotos de UM- 07.....	158
Figura N° 60: Fotos de UM- 09.....	159
Figura N° 61: Fotos de UM- 11.....	159
Figura N° 62: Fotos de UM- 13.....	160
Figura N° 63: Fotos de UM- 15.....	160
Figura N° 64: Fotos de UM- 17.....	161
Figura N° 65: Fotos de UM- 19.....	161
Figura N° 66: Fotos de UM- 21.....	162
Figura N° 67: Fotos de UM- 23.....	162
Figura N° 68: Fotos de UM- 25.....	163
Figura N° 69: Fotos de UM- 27.....	163
Figura N° 70: Fotos de UM- 29.....	164
Figura N° 71: Fotos de UM- 31.....	164

Figura N° 72: Fotos de UM- 33.....	165
Figura N° 73: Fotos de UM- 35.....	165
Figura N° 74: Fotos de UM- 37.....	166
Figura N° 75: Fotos de UM- 39.....	166
Figura N° 76: Fotos de UM- 41.....	167

RESUMEN

El estudio de evaluación superficial de pavimentos rígidos es de gran importancia, porque permite identificar las principales fallas más resaltantes que se presenten en el pavimento que si pueden ser reparados a temprana edad, gracias al estudio se pueden tomar acciones oportunas de mantenimiento periódicos y rutinarios para extender el funcionamiento óptimo de acuerdo a su periodo de diseño. La elaboración de esta tesis tuvo un propósito importante para determinar el estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido de la Av. La paz, teniendo como objetivo aplicar el método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019, este procedimiento está establecido en la norma ASTM D6433 - 07, denominado Paviment Condition Index(PCI), siendo un indicador que permitió clasificar en qué estado se encontró el pavimento de la Av. La paz de la cuadra 05 a la cuadra 11, se realizó mediante visitas técnicas para inspeccionar visualmente las fallas más resaltantes en las 21 unidades de muestreo que se seleccionaron, finalmente la tesis dio como resultados que el pavimento en su estado actual tiene un PCI promedio de 51.42%, que corresponde a un estado regular, requiriendo intervenciones inmediatas de construcción, rehabilitación y mantenimiento, según las unidades de muestreo analizadas.

Palabras claves

Pavimento, concreto rígido, fallas, unidad de muestreo, PCI.

ABSTRACT

The study of surface evaluation of rigid pavements is of great importance, because it allows to identify the main flaws that appear in the pavement that can be repaired at an early age, thanks to the study, timely periodic and routine maintenance actions can be taken to extend optimal performance according to your design period. The elaboration of this thesis had an important purpose to determine the current state of the rigid pavement of Av. La Paz, aiming to apply the pavement condition index method for the superficial analysis of the current state of the pavement. rigid in La Paz avenue from block 05 to block 11 of the Cajamarca province in 2019, this procedure is established in the ASTM D6433 - 07 standard, called Paviment Condition Index (PCI), being an indicator that allowed to classify in What state was the pavement of Av. La Paz from block 05 to block 11 found, was carried out through technical visits to visually inspect the most outstanding faults in the 21 sampling units that were selected, finally the thesis gave the results that The pavement in its current state has an average PCI of 51.42%, which corresponds to a fair state, requiring immediate interventions for construction, rehabilitation and maintenance. maintenance, according to the sampling units analyzed.

Keywords

Pavement, rigid concrete, faults, sampling unit, PCI.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Cajamarca es una ciudad en crecimiento continuo en su población, generando incrementos en el parque automotor, generando mayor circulación de vehículos, entre ellos de carga liviana y carga pesada, solicitando mayor resistencia de la capa de rodadura del pavimento.

Es necesario hacer una evaluación a la capa de rodadura periódicamente para tomar acciones de reparaciones y mantenimientos y así extender la vida útil de uso del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11, siendo esta avenida de dos carriles en sentidos contrarios y siendo una de las calles con mayor flujo vehicular.

Para ayudar mantener en funcionamiento óptimo el pavimento es necesario hacer limpieza y mantenimientos de los drenajes para una libre y rápida evacuación de aguas de lluvia y evitar colmataciones de sedimentos en las cunetas y rejillas que ocasionan deterioros a la carpeta estructural del pavimento, principalmente en la superficie de rodadura ocasionando pulimiento de agregados.

Existen diferentes factores que ocasionan las fallas superficiales en la capa de rodadura y no permiten que cumpla su periodo de vida útil en la que fue diseñado, uno de los factores es la rotura del pavimento y no son parchados adecuadamente en el menor tiempo posible, otro por la falta de mantenimientos que se debería hacer intervenciones a las fallas más restantes.

Con la finalidad de evaluar el pavimento se desarrolló esta tesis, mediante la metodología del Índice de Condición de Pavimento (PCI), que ayudó a determinar la calificación del estado en el que se encuentra entre el rango de valores que oscila entre 0 a 100, se desarrolló mediante inspección visuales y se identificó los daños resaltantes identificados con el manual de PCI y se cuantificó el nivel de daños para luego evaluar la condición en que se encuentra el pavimento.

El tipo de análisis que se realizó mediante la metodología es no experimental de tipo descriptiva, que se inspeccionó visualmente, analizando los daños y la severidad de cada falla encontrada en el pavimento de la avenida la paz de la cuadra 5 hasta la cuadra 11 en el distrito de Cajamarca y provincia de Cajamarca.

ASPECTOS GENERALES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pavimento de la avenida la paz es rígido, construido a base de agregados y cemento, este pavimento está situado en la ciudad de Cajamarca, encontrándose en mal estado, conteniendo fallas en la capa de rodadura, algunas de ellas son grietas transversales, grietas longitudinales, pulimiento de agregados, grietas de esquina, parches y entre otras, estas fallas generan daños a los vehículos que circulan por el jirón la paz, así mismo causan un mal estar a los transeúntes en temporadas de lluvias se acumula agua en el pavimento deteriorado y durante la circulación de los vehículos se genera salpicaduras de agua sucia hacia las personas y las paredes de las viviendas.

Entre las principales causas de fallas que tiene el pavimento de la avenida la paz es por las roturas del pavimento para hacer instalaciones de servicios de agua potable, desagüe, gas. Las empresas no tienen el cuidado y la responsabilidad de sanearlo en el menor tiempo posible y se permite el ingreso de agua a la base del pavimento generando inestabilidad a la carpeta estructural e iniciando las primeras fallas en la superficie de la capa de rodadura.

El control de las fallas prematuras del pavimento sería mediante intervenciones por parte de las autoridades, haciendo gestiones por parte de la entidad competente en colaboración de los vecinos y las empresas encargadas de los servicios básicos, haciendo cronogramas de ejecución de obras en las pistas y sancionado a quien sea responsable de dejar abandonado una rotura de pista y a quienes dejan por más tiempo de lo establecido. Los mantenimiento periódicos y rutinarios debe ser evaluados permanentemente y así extender la vida útil del pavimento.

Para poder tomar acciones de intervenciones frente a las fallas encontradas en el pavimento de la avenida la paz entre la cuadra 5 hasta la cuadra 11, es necesario emplear la metodología de índice de condición del pavimento para analizar el estado actual en el que se encuentra el pavimento.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el resultado de la aplicación del método índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019?

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

El pavimento está en un estado malo de acuerdo al resultado de la aplicación del método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019.

1.4. VARIABLES

- Variable independiente de tipo cualitativo: Fallas en el pavimento que se identifican con la metodología del índice de condición del pavimento.
- Variable dependiente: El estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido de la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es justificable por ser importante en el análisis de la verificación en el estado en el que se encuentra el pavimento de la cuadra 5 hasta la cuadra 11 de la avenida la paz, ya que un pavimento bueno es indispensable para mejorar el sistema de comunicaciones y mejorar la calidad de vida en la población, para ello se analizó mediante el desarrollo de la metodología del índice de condición del pavimento(PCI), siendo un dato importante para hacer intervenciones de mantenimientos, reparaciones o reconstrucciones.

1.6. ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó en la avenida la paz de la ciudad de Cajamarca, tomando como punto inicial la cuadra 5 y como punto final terminando la cuadra 11. Siendo la avenida La Paz una arteria principal de circulación vehicular y de descongestionamiento para la ciudad.

1.7. LIMITACIONES

La limitación se da en la dificultad de toma de datos, debido a la gran cantidad de circulación vehicular y en algunos casos la falta de respeto de los conductores para exigir el paso cuando se tomó los datos en el pavimento.

1.8. OBJETIVOS

Objetivo general.

- ✓ Aplicar el método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019.

Objetivos Específicos.

- Identificar y analizar las fallas que se encuentre en la capa de rodadura del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11 de la ciudad de Cajamarca en el 2019.
- Determinar el resultado del índice de condición del pavimento rígido en la avenida la paz, de la cuadra 5 a la cuadra 11 de la ciudad de Cajamarca en el 2019.
- Enunciar acciones de intervenciones en el pavimento, tales como; mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según el resultado del PCI en las unidades de muestreo.

1.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Título	“APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA EL ANÁLISIS SUPERFICIAL DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LA PAZ DE LA CUADRA 05 A LA CUADRA 11 DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA”				
Hipótesis	Definición conceptual	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente
El pavimento está en un estado malo de acuerdo al resultado de la aplicación del método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019.	Pavimento: Es una estructura compuesta por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, para permitir el tránsito sobre ellos de manera segura, cómoda y confortable. Los materiales de las capas se escogen según su costo, disponibilidad, tipo de tránsito y tipo de suelo.	Variable independiente de tipo cualitativo: Fallas en el pavimento que se identifican con la metodología del índice de condición del pavimento.	Tipo de fallas en el pavimento: - Grietas, pulimiento de agregados, descascaramiento de esquinas y juntas, entre otras fallas.	Tipos de fallas Ubicación de la falla Forma de falla	Norma ASTM D-6433 - 07, PCI
		Variable dependiente: El estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido de la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11.	Niveles de severidad	Leve (L) Medio (M) Severo (H)	Manual del índice de condición de pavimento, datos de campo según formato.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

1.10. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título	"APLICACIÓN DEL MÉTODO ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO PARA EL ANÁLISIS SUPERFICIAL DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN LA AVENIDA LA PAZ DE LA CUADRA 05 A LA CUADRA 11 DE LA PROVINCIA DE CAJAMARCA"							
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente	Metodología	Población y muestra
¿Cuál es el resultado de la aplicación del método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019?	<p>Objetivo general. Aplicar el método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019.</p> <p>Objetivos específicos. -Identificar y analizar las fallas que se encuentre en la capa de rodadura del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11 de la ciudad de Cajamarca en el 2019. -Determinar el resultado del índice de condición del pavimento rígido en la avenida la paz, de la cuadra 5 a la cuadra 11 de la ciudad de Cajamarca en el 2019. -Enunciar acciones de intervenciones en el pavimento, tales como; mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción, según el resultado del PCI en las unidades de muestreo.</p>	El pavimento está en un estado malo de acuerdo al resultado de la aplicación del método del índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019.	<p>Variable independiente de tipo cualitativo: Fallas en el pavimento que se identifican con la metodología del índice de condición del pavimento.</p> <p>Variable dependiente: El estado actual en el que se encuentra el pavimento rígido de la avenida la paz de la cuadra 5 a la cuadra 11.</p>	<p>Tipo de fallas en el pavimento: - Grietas, pulimiento de agregados, descascara miento de esquinas y juntas, entre otras fallas.</p> <p>Niveles de severidad</p>	<p>tipos de fallas</p> <p>ubicación de la falla</p> <p>Forma de falla</p> <p>Leve (L)</p> <p>Medio (M)</p> <p>Severo (H)</p>	<p>Norma ASTM D-6433 - 07, PCI</p> <p>Manual del índice de condición de pavimento, datos de campo según formato.</p>	<p>En general el estudio realizado es del tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal del año 2020.</p> <p>Descriptivo: Porque describe la realidad, sin alteración. Análítica: porque estudia los detalles de cada falla y establece sus posibles causas. No Experimental: No es necesario uso de laboratorio de experimentos. Corte Transversal: Se da en un momento establecido la evaluación será de tipo visual y directa.</p>	La población considerada para la presente investigación es el pavimento de la avenida la paz desde la cuadra 5 a la cuadra 11 en la ciudad de Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Antecedentes internacionales

Gonzales, Ruiz y Guerrero (2018), proponen una metodología para la aplicación del método de evaluación Índice de Condición del Pavimento (PCI), aplicada al tramo objeto de estudio, que obtuvo una calificación de regular al evaluar el estado técnico del pavimento. Con esta evaluación, conjuntamente con el análisis efectuado durante la inspección visual, se concluye que el pavimento no presenta señales de agotamiento de la capacidad estructural. Esta evaluación es una alerta para el Centro Provincial de Vialidad y sugiere un estudio de soluciones para su intervención superficial en corto plazo.

Puga (2018), 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%. Dentro de la inspección visual se presentaron características específicas que presentan algunos deterioros que se considera importante enunciar.

En general, se observó tres tipos de deterioros que han afectado mayormente el área de estudio, los mismos que son: parcheo grande en un 60%, losa dividida en un 42% y grieta lineal en un 70% misma que se origina a partir de la reparación de alcantarillado. A más de estos deterioros se tiene el deterioro pulido de agregados en un 81% presente en los 2.5 km, sin embargo, para este trabajo no se lo ha considerado relevante debido a su bajo valor deducido, además que es un deterioro que no afecta estructuralmente al pavimento.

Ruiz (2011), menciona que la implementación de pavimentos rígidos en el país es una propuesta relativamente nueva, por lo que falta acumular experiencia en la construcción de los mismos, lo que constituye un factor determinante, para que se produzcan deterioros severos en sus estructuras. Por lo tanto, es necesario regirse de manera estricta a las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis del presente documento.

Después de la supervisión, monitoreo y análisis a varios proyectos que se están ejecutando en el país con pavimento rígido, se puede constatar y verificar diferentes tipos de patologías, las que se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación. Además, considero que no se tomaron en cuenta variables topográficas y climáticas, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Granda (2019), analizó mediante la metodología del Índice de Condición PCI se obtiene el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee, el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la Metodología PCI al Anillo Vial Tramo Chaupimarca - Yanacancha se obtuvo que se encuentra en un estado MALO, ya que posee un índice PCI de 32.

Bernaola (2014), Al PCI determinado (53.89) se le asigna una Zona de Mantenimiento y Rehabilitación de "Acción Mayor" según la Clasificación del PCI recomendado; esta zona de clasificación de mantenimiento nos sugiere las siguientes medidas a tomar como posibles soluciones para la infraestructura vial: Resellado de juntas y sellado de grietas, reparación de losas en espesor total, colocación de barras de transferencia de carga, microfresado de losas en calzada y bermas, reemplazo de losas, reemplazo de losas por pavimento flexible.

Sánchez (2017), dice que un pavimento, a lo largo de su vida útil, va deteriorándose y disminuyendo sus condiciones iniciales de servicio, por lo que necesitará, en algún momento, mantenimiento y reparación, los cuales no pueden realizarse sin conocer el estado real del pavimento. Al determinar el estado del pavimento de concreto de la Av. Ramón Castilla, mediante el cálculo de su índice de condición,

obtuvo que el 28% del pavimento seleccionado se encuentra en excelente condición, el 24% en condición muy buena, el 17% en condición buena y el 6% en condición regular, el 14% del pavimento se encuentra en mal estado y el 11% en muy mal estado, lo que se traduce en condiciones inapropiadas para un adecuado tránsito vehicular.

2.1.3. Antecedentes locales

Sánchez Montenegro, Cynthia (2018). En su tesis “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” 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. 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. En el cálculo del PCI se identificó el tipo de daño, su severidad y la cantidad o densidad del mismo, llegándose a la conclusión de que la condición del pavimento es muy buena, con un PCI ponderado de 81.3, y las fallas encontradas son del tipo funcional.

Núñez Guevara, Yonel (2018). En su estudio “PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTO DE CONCRETO UTILIZANDO SOBRECAPAS DE REFUERZO EN LA AVENIDA TODOS LOS SANTOS DE LA CIUDAD DE CHOTA” evaluó el estado del pavimento de concreto rígido de acuerdo al PCI obtenido un promedio de 35.83, por lo tanto, es considerado malo por estar dentro del rango (25 - 40). En tanto al ser evaluado el estado del pavimento rígido según metodología VIZIR el promedio obtenido es igual a 5, por lo tanto, es considerado muy malo por estar dentro del rango (5,6,7), esto debido a que la mayor parte de la Avenida en estudio se encuentra en muy mal estado.

Castope Gonzales, Lodar (2018). En su estudio “EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE PAVIMENTO EN EL JIRÓN YAHUAR HUACA DEL DISTRITO DE

LOS BAÑOS DEL INCA” menciona que las fallas más frecuentes encontradas en el jirón Yahuar Huaca son: pulimiento de agregados con una incidencia del 28.48%, grietas de esquina con 19.41% grietas transversales y/o diagonales con 16.88% y grietas de retracción con 16.46%. Las menos frecuentes son: descascaramiento de juntas con 7.59%, descascaramiento de esquina con 4.01%, parche grande con 3.80% y otro tipo de fallas con 3.38%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definición de pavimento

Los pavimentos podrían definirse como estructuras sobre capas superpuestas de materiales procesados por encima del terreno natural, con la finalidad de distribuir las cargas aplicadas a la subrasante.

Actualmente, existen diversos métodos de pavimentación. Éstos, gracias a los avances en cuanto al desarrollo de nuevos materiales de la construcción, han evolucionado hasta la obtención de sistemas capaces de aportar una larga vida en servicio a un bajo mantenimiento.

En función del uso al que irá destinado un pavimento, habrá que elegir el material más adecuado para el mismo, bien sea un **pavimento de hormigón** o una **mezcla asfáltica**. Dado que el denominador común para ambos es que dispongan de una buena capacidad de soporte frente a sus cargas actuantes, uno tiene una serie de bondades frente al otro, y viceversa. (Perera, A. 2019).

A. Tipos de pavimentos

A.1. Pavimento asfáltico

Es un pavimento elaborado por una capa asfáltica aplicada sobre una capa de base y una capa de sub-base.

Figura N° 1: Pavimento flexible.



Fuente: (1) foto tomada en ovalo musical de la ciudad de Cajamarca 2019/05/22.

A.2. Pavimento rígido

Es un pavimento constituido por una losa de hormigón de cemento portland que se apoya sobre la base o una capa de sub-base. Transmite directamente los esfuerzos al suelo de forma minimizada. (Perera, A. 2019).

Figura N° 2: Pavimento Rígido.



Fuente: (2) foto tomada en la Avenida Inca Garcilaso, ciudad de Chota 2019/09/25

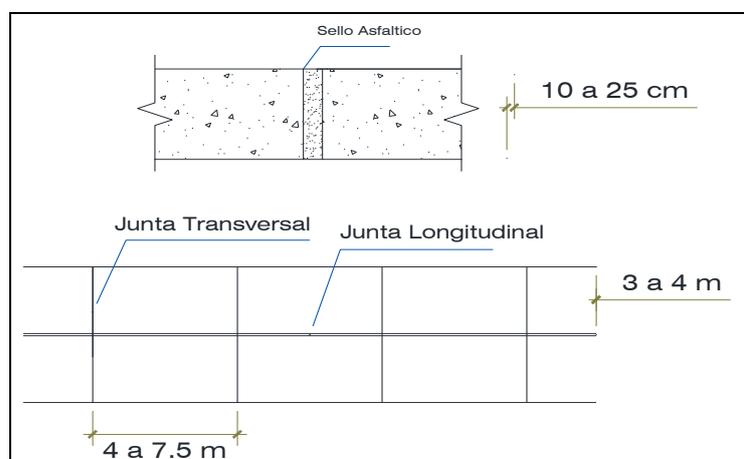
2.2.2. Clasificación de los pavimentos rígidos

A. Pavimento de concreto simple sin refuerzo

Son pavimentos que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que esta transferencia sea efectiva, es necesario que se use un espaciamiento corto entre juntas.

Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho. Los espesores varían de acuerdo al uso previsto. Por ejemplo, para calles de urbanizaciones residenciales, éstos varían entre 10 y 15 cm, en las denominadas colectoras entre 15 y 17 cm. En carreteras se obtienen espesores de 16 cm. En aeropistas y autopistas 20 cm o más. (AASHTO 93)

Figura N° 3: Pavimento de concreto simple sin pasadores.



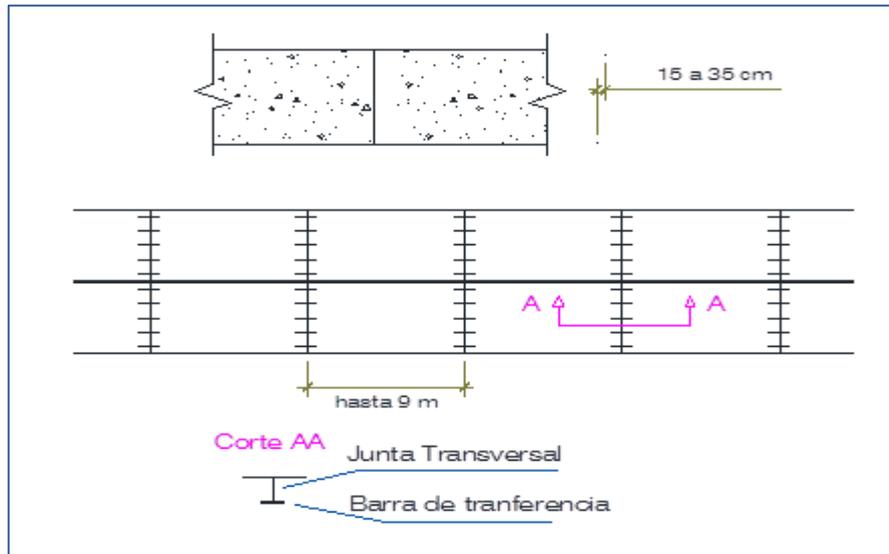
Fuente: Método AASHTO 93, pag.06.

B. Pavimento de concreto con refuerzo

Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección 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, (AASHTO 93).

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 N° 4: Pavimento de concreto simple con pasadores.



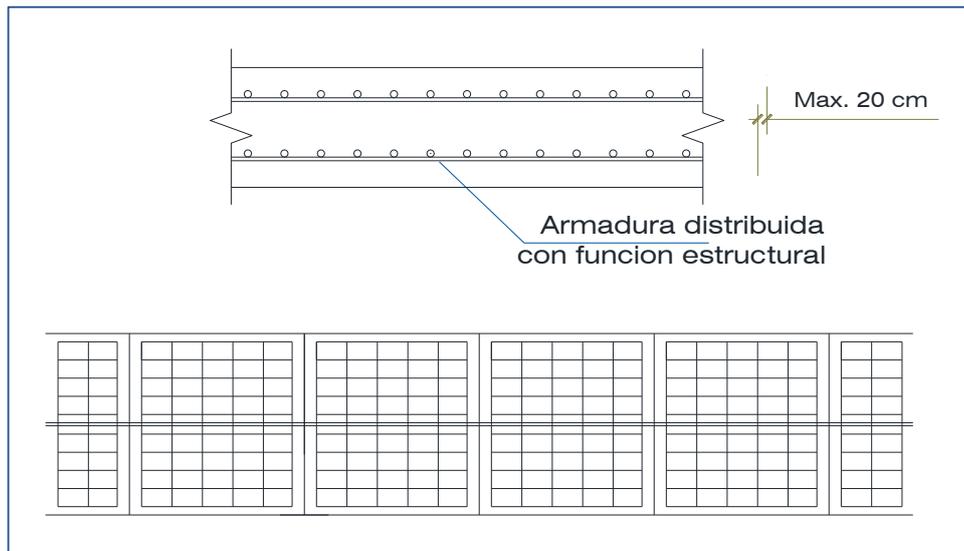
Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.06.

C. Pavimento de concreto reforzado con juntas

Los pavimentos reforzados con juntas contienen además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural. (AASHTO 93).

Esto quiere decir que el pavimento aparte de tener agregados, cemento, también tendrá acero, que será un refuerzo para distribuir la carga mejor y tenga mayor resistencia frente a las cargas transmitidas por los vehículos.

Figura N° 5: Pavimento de concreto reforzado.

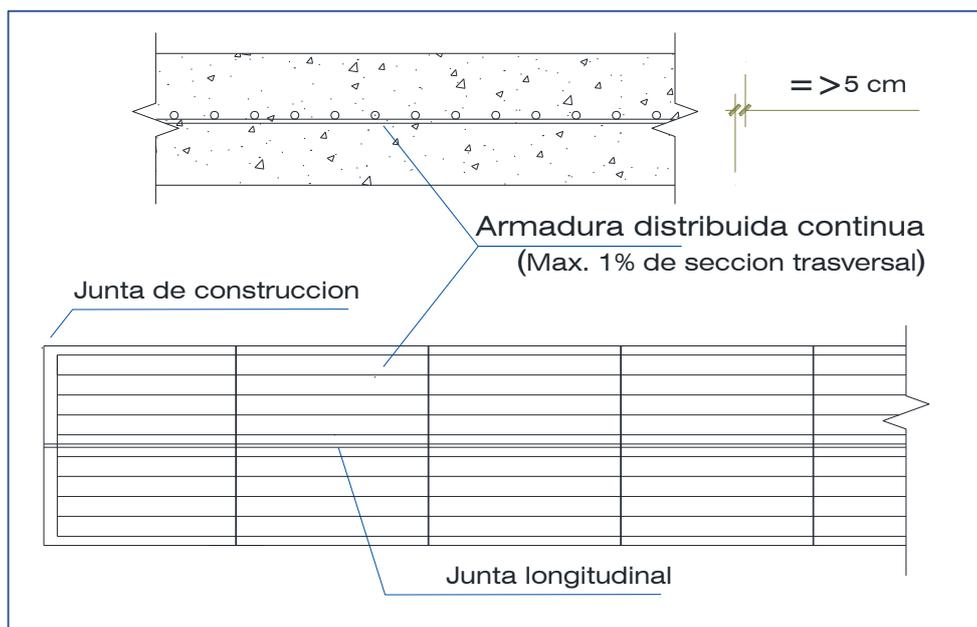


Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.07.

D. Pavimento de concreto con refuerzo continuo

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. (AASHTO, 93).

Figura N° 6: Pavimento con refuerzo continuo.



Fuente: Recuperado de Método AASHTO 93, pag.07.

2.2.3. CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS

Los pavimentos son inversiones importantes, divididas en una gran inversión inicial en la construcción de este y una inversión rutinaria debido al mantenimiento y reparación a lo largo de su vida útil con el objetivo de conservar los estándares de calidad y prolongar su vida útil.

Durante muchos años en el Perú, los organismos públicos y privados, han enfocado sus recursos únicamente en la construcción de nuevos caminos, dejando de lado, la importancia que tiene la conservación de los mismos, en muchos casos debido a la no asignación de recursos y a conceptos erróneos como el que se suponga que durante el periodo de diseño de un pavimento no es necesario conservarlos, sino que deben ser reconstruidos después del tiempo fijado.

En la actualidad ha aumentado la necesidad de conservar su adecuado funcionamiento, tal y como se muestra en la Figura 7. El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible que va en aumento hasta el deterioro total. **(Robles, 2015).**

(MENDEZ ,2003), nos dice cuatro etapas fundamentales del pavimento.

➤ **Fase A: Construcción.**

El camino se encuentra, en este momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios.

➤ **Fase B: Deterioro lento.**

Durante un cierto número de años, el camino va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura, aunque también en menor grado, en el resto de su estructura. Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por él, además también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores. Por otro lado, la velocidad del desgaste depende también de la calidad de la construcción inicial.

Para disminuir el proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la superficie de rodadura y en las obras de drenaje, además de efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento. Si no se efectúan, la vida útil del camino se reduce sustancialmente.

➤ **Fase C: Deterioro acelerado.**

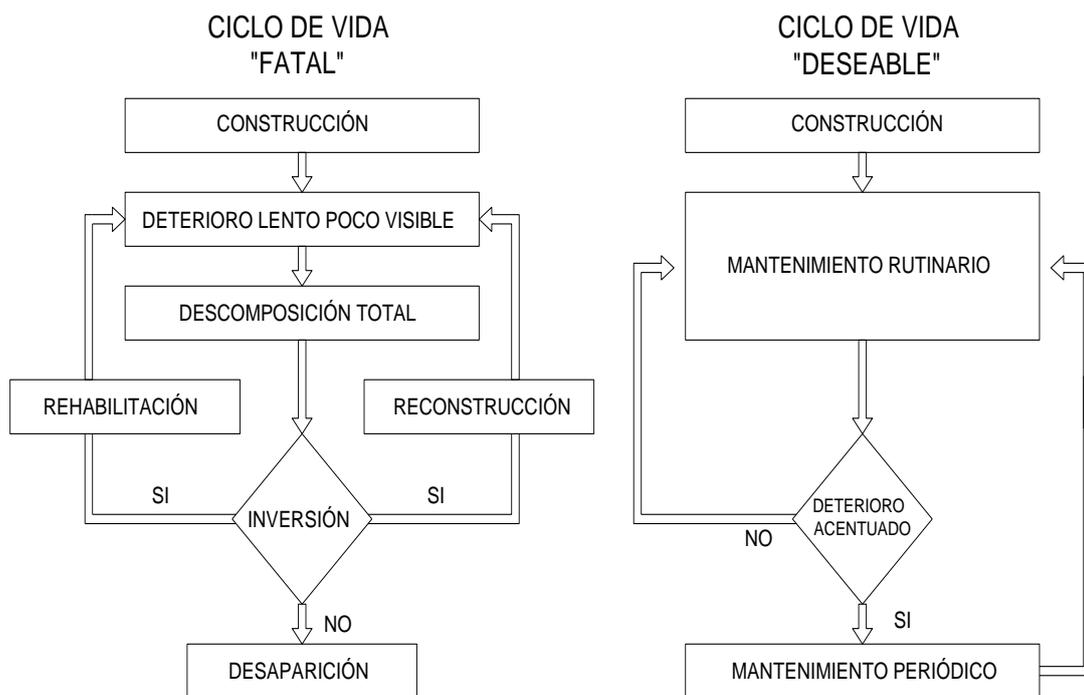
Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del camino están cada vez más “agotados”; el camino entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular (ver gráfico). Al inicio de esta fase, la estructura básica del camino aún sigue intacta y la percepción de los usuarios es que el camino se mantiene bastante sólido; sin embargo, no es así. Avanzando más en la fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, lo cual, lamentablemente, no es visible. En otras palabras, cuando la superficie de rodadura presenta fallas graves que pueden verse a simple vista, es posible asegurar que la estructura básica del camino está siendo seriamente dañada. Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte del camino. Esta fase es relativamente corta, ya que una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

➤ **Fase D: Deterioro total.**

La descomposición total del camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. Los vehículos comienzan a experimentar daños en los neumáticos, ejes, amortiguadores y en el chasis.

En general, los costos de operación de los vehículos suben de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta. Los automóviles ya no pueden circular y sólo transitan algunos camiones y vehículos especiales.

Figura N° 7: Diagrama de flujo de vida útil de un pavimento.



Fuente: (Gamboa Chicchón, 2009)

2.2.4. Evaluación de la visual del pavimento.

A. Evaluación visual

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. Para el caso en que se va a proyectar una

sobrecapa de refuerzo, tales datos son extremadamente importantes debido al impacto directo que tienen sobre el comportamiento del refuerzo, ya que, si estos deterioros no son reparados, pueden desencadenar fallas como por ejemplo reflexión de fisuras. Este tipo de evaluación es también importante porque permite determinar el tratamiento más adecuado que requiere la superficie del pavimento antes de colocar la sobrecapa de refuerzo. Se debe analizar también el drenaje y correlacionar sus deficiencias con las fallas presentes. Asimismo, se recomienda el muestreo y ensayo de materiales. Esto permitirá conocer los espesores reales de cada capa y el estado de deterioro en que se encuentran. La metodología de la evaluación visual comprende los siguientes pasos:

- ✓ Identificar las fallas y las posibles causas de las mismas.
- ✓ Se ubican las fallas en una hoja de evaluación adoptada al efecto.
- ✓ Se determina el grado de severidad y la extensión de las fallas.
- ✓ Se cuantifica en gabinete la información recogida en el campo.
- ✓ Se emite un dictamen respecto del tramo evaluado. **Morales (2004).**

2.2.5. Tipos de fallas en pavimentos

A. Fallas de superficie

Cuando se trata de fallas de superficie es referente a la capa de rodadura del pavimento rígido, generalmente se dan estas fallas debido a falta de mantenimientos, por mal diseños y mal ejecución de obra; las principales fallas que se encuentran en un pavimento es las grietas longitudinales diagonales y transversales y las grietas de retracción, también desgastes de la superficie (Pulimiento de superficie), debido al alto índice de flujo vehicular que circula por dicho pavimento.

B. Fallas estructurales

Generalmente cuando empieza a deteriorarse la superficie del pavimento, genera fallas a la estructura del pavimento, así como pequeñas fisuras permiten que el agua de lluvias se infiltre, generando estos daños a la estructura, otras veces salen los sellos de las juntas en donde el agua entra fácilmente a la base del pavimento provocando cambio de volúmenes y permitiendo asentamientos en las losas del pavimento.

Para una posible solución de éste tipo de fallas estructurales se emplea el acero para uniformizar las cargas y evitar las flexiones severas en el pavimento, pero a su alto costo son pocos usados los pavimentos reforzados.

2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

El PCI para pavimentos fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la US Army con fondos provistos por la US Air Force. Posteriormente fue verificado y adoptado por la FAA y la US Naval Facilities Engineering Command.

El pavimento se divide en componentes que a su vez son divididos en secciones. Cada sección es dividida en unidades de muestra. El tipo y grado de severidad de las fallas en el pavimento son establecidos mediante la inspección visual de las unidades de muestra. La información sobre las fallas es utilizada para calcular el PCI de cada unidad de muestra. El PCI de la sección de pavimento se determina en base a los valores del PCI determinados para cada una de las unidades de muestra. (ASTM 5340-98)

Presentado por: ING. ESP. LUIS RICARDO VÁSQUEZ VARELA

➤ Definición

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

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

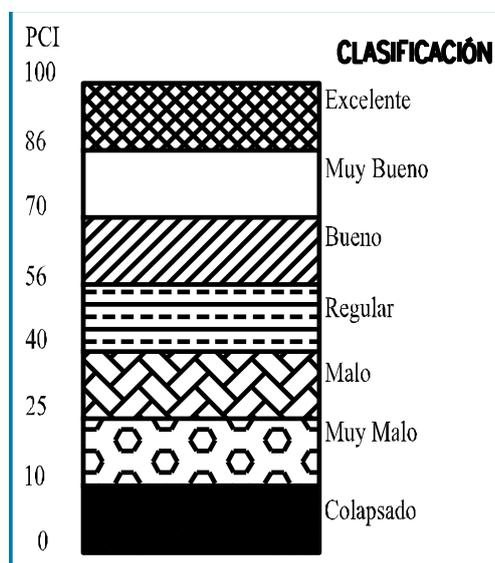
Tabla N° 1: Rango de clasificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy bueno
70 - 56	Bueno
55 - 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11.	Muy malo
10 - 0	Fallado

ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI.

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

Figura N° 8: Escala de condición del pavimento



Fuente: Recuperado de Norma ASTM 5340-98 Método de Evaluación del PCI. Setiembre 2004.

➤ **Significado Y uso**

El PCI es un indicador numérico que le da una calificación a las condiciones superficiales del pavimento. El PCI proporciona una medición de las condiciones actuales del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie, indicando también su integridad estructural y condiciones operacionales (rugosidad localizada y seguridad). El PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general.

Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de reparación y mantenimiento. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifican con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación mayores. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para su validación o para incorporar mejoras en su diseño y procedimientos de mantenimiento.

➤ **Evaluación**

Para realizar la evaluación de condición del pavimento es necesario realizar un trabajo en campo, en donde se realice una inspección visual y obtención de datos haciendo mediciones de las fallas encontradas para luego clasificarlos de acuerdo a la severidad y la cantidad de fallas identificadas según el manual de daños de los pavimentos rígidos, para ello es necesario llevar formatos de recepción de datos y herramientas de mediciones para las fallas encontradas. (Robles, 2015)

➤ **División del pavimento en unidades de muestra**

Para analizar el estado actual del pavimento es necesario realizar unidades de muestreo en donde nos permita reducir el trabajo cuando el pavimento sea de gran longitud, pero si es pequeño es necesario analizarlo todo. Entonces para obtener la cantidad de unidades de muestreo se realiza el conteo total de losas que contenga el pavimento a analizar, teniendo las consideraciones que su longitud de losas no debe exceder a 7.60 m. y el rango de unidades de muestreo debe oscilar entre 20 ± 8 losas, si el intervalo de unidades sale 1 se tomara todas las unidades de muestreo,

pero si ya sale mayor a 1 se tomara solo los que correspondan. (Robles, 2015)

➤ **Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación**

Se determina de acuerdo a la cantidad total de unidades de muestreo, si es de gran longitud el pavimento, entonces el intervalo de evolución por unidades será mayor, pero si es pavimento es de longitud considerable entonces se analiza todas las unidades de muestreo. (Robles, 2015)

➤ **Evaluación de un proyecto**

Cuando el proyecto es grande se evalúa un número mínimo de unidades de muestreo, se calcula de acuerdo a la fórmula 01. En donde se calcula un estimado de $PCI \pm 5$, de todo el promedio, teniendo una verdad de confiabilidad de 95%. (Robles, 2015)

El procedimiento de cálculo se detalla desde el diseño metodológico

2.3.1. Tipos de fallas en pavimentos rígidos

Según el: MANUAL DE DAÑOS EN VÍAS CON SUPERFICIE EN CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND

2.3.1.1. Blowup - Buckling.

Descripción:

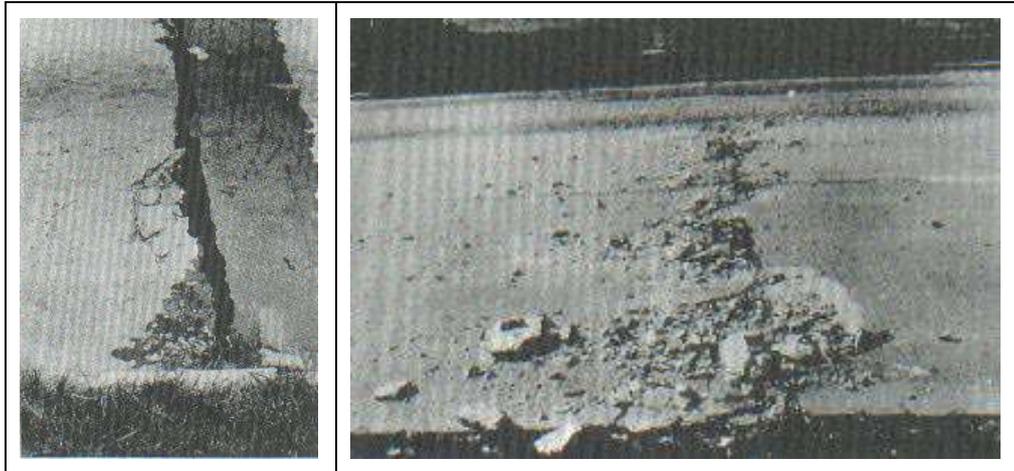
Los blowups o buckling ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta.

También pueden ocurrir en las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Niveles de Severidad

- **L:** Causa una calidad de tránsito de baja severidad.
- **M:** Causa una calidad de tránsito de severidad media.
- **H:** Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

Figura N° 9: Buckling de baja severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

Medida

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas.

Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.

Opciones de Reparación

- **L:** No se hace nada. Parcheo profundo o parcial.
- **M:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.
- **H:** Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

2.3.1.2. Grieta de esquina.

Descripción:

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

mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

Niveles de Severidad

- **L:** La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna.
- **M:** Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media (M).
- **H:** Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada.

Medida.

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

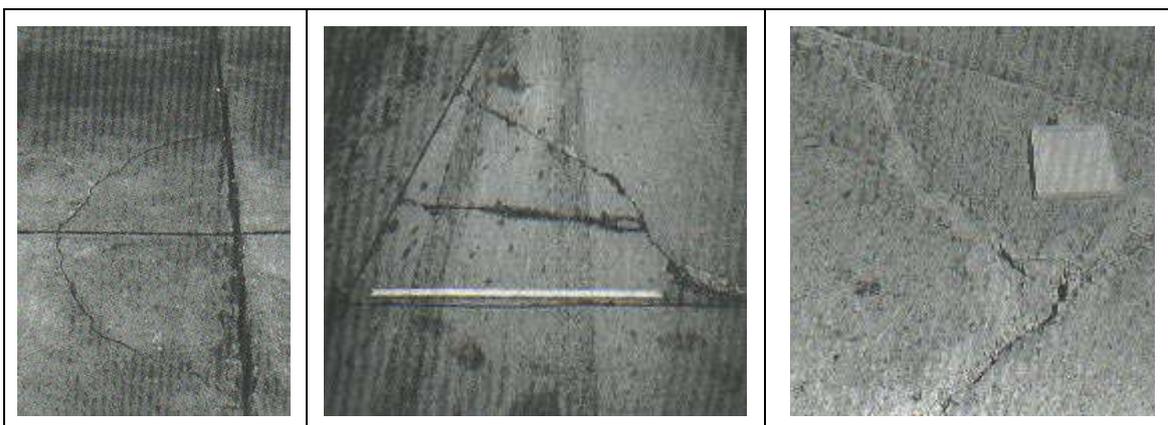
1. Sólo tiene una grieta de esquina.
2. Contiene más de una grieta de una severidad particular.
3. Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm.
- **M:** Sellado de grietas.
- **H:** Parcheo profundo.

Figura N° 10: De izquierda a derecha, fisura de esquina de baja, media y alta severidad.



➤ **Fuente:** *Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*

2.3.1.3. Losa dividida.

Descripción

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

Niveles de severidad

En la Tabla 01 se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Tabla N° 2: Nivel 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 mas
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: *Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*

Medida

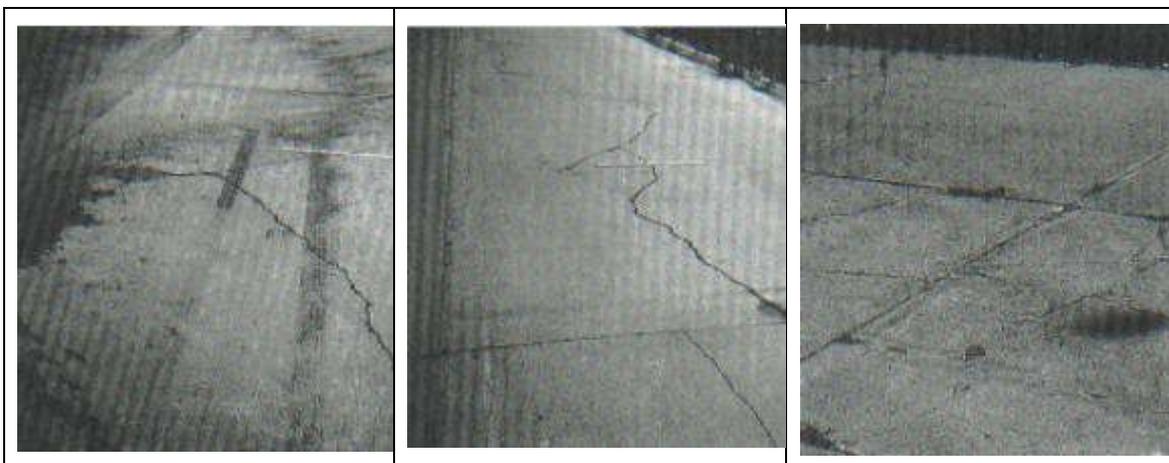
Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm.
- **M:** Reemplazo de la losa.

- **H:** Reemplazo de la losa.

Figura N° 11: De izquierda a derecha, falla por losa dividida de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.4. Grieta de durabilidad “D”.

Descripción:

Las grietas de durabilidad “D” son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal.

Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

Niveles de severidad

- **L:** Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.
- **M:** Existe una de las siguientes condiciones:
 1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente.

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

Medida

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.
- **H:** Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa.

Figura N° 12: De izquierda a derecha, falla de grieta de durabilidad de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.5. Escala.

Descripción:

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta.

Algunas causas comunes que originan son:

1. Asentamiento debido una fundación blanda.

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

Niveles de Severidad

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en la Tabla 03.

Tabla N° 3: Niveles de severidad para escala.

Nivel de severidad	Diferencia en elevación
L	3 a 10 mm
M	10 a 19 mm
H	Mayor que 19 mm

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

Medida

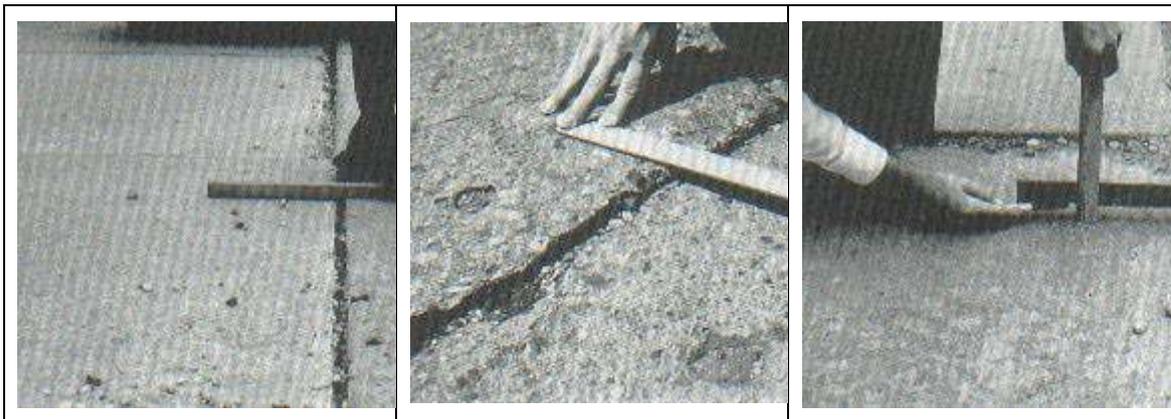
La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas.

Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño, pero se consideran para definir la severidad de las grietas.

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada. Fresado.
- **M:** Fresado.
- **H:** Fresado.

Figura N° 13: De izquierda a derecha, falla por escalonamiento de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.6. Daño del sello de la junta.

Descripción:

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

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

Niveles de Severidad

- **L:** El sellante está en una condición buena en forma general en toda la sección. Se comporta bien, con solo daño menor.
- **M:** Está en condición regular en toda la sección, con uno o más de los tipos de daño que ocurre en un grado moderado. El sellante requiere reemplazo en dos años.

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

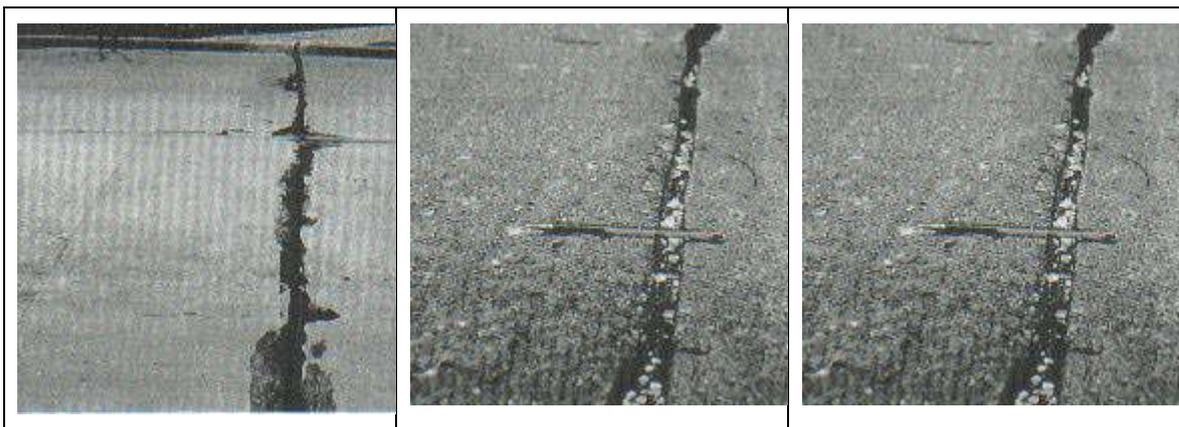
Medida

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** Resellado de juntas.
- **H:** Resellado de juntas.
- sellante requiere reemplazo inmediato.

Figura N° 14: De izquierda a derecha, deterioro de junta de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.7. Desnivel carril / berma.

Descripción:

El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como

una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

Nivel de severidad

- **L:** La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25.0 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.

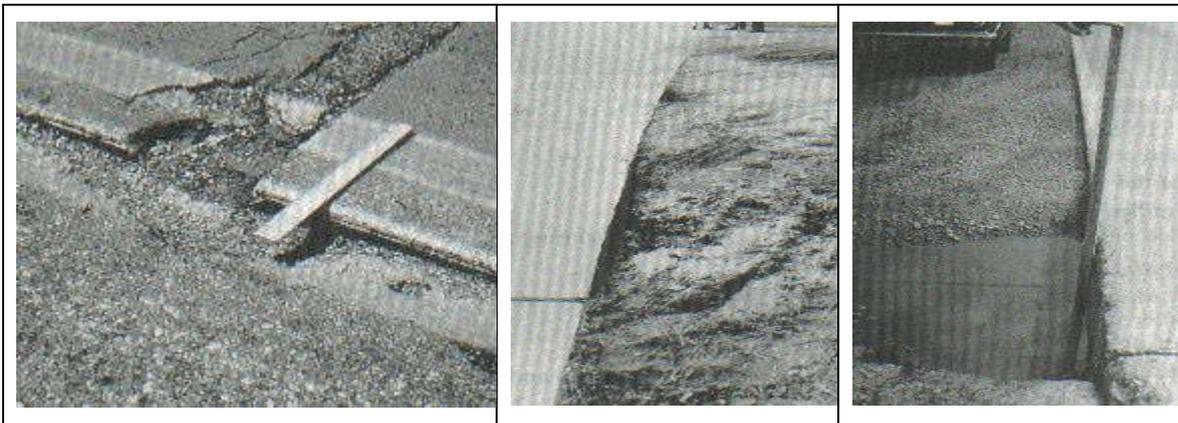
Medida

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

Opciones de reparación

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

Figura N° 15: De izquierda a derecha, falla por desnivel carril-berma de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.8. Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).

Descripción:

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja

severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

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

- **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.
- **M:** Existe una de las siguientes 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.
- **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 y con escala mayor que 10.0 mm.

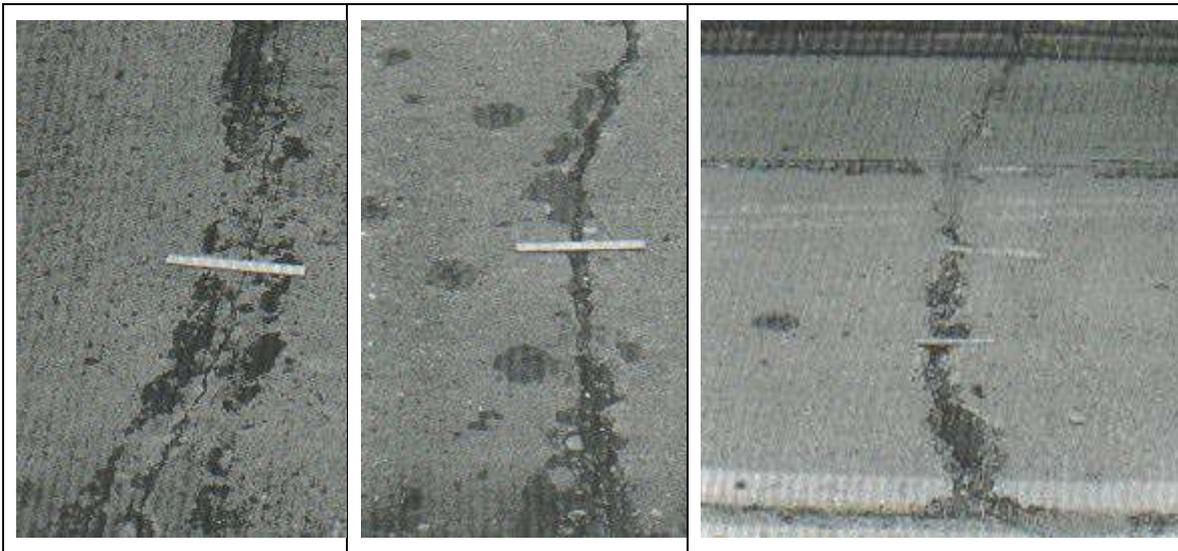
Medida

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.
- **M:** Sellado de grietas.
- **H:** Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

Figura N° 16: De izquierda a derecha, grietas lineales de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.9. Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos.

Descripción:

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos, es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o

mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Niveles de severidad

- **L:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- **M:** El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.
- **H:** El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.

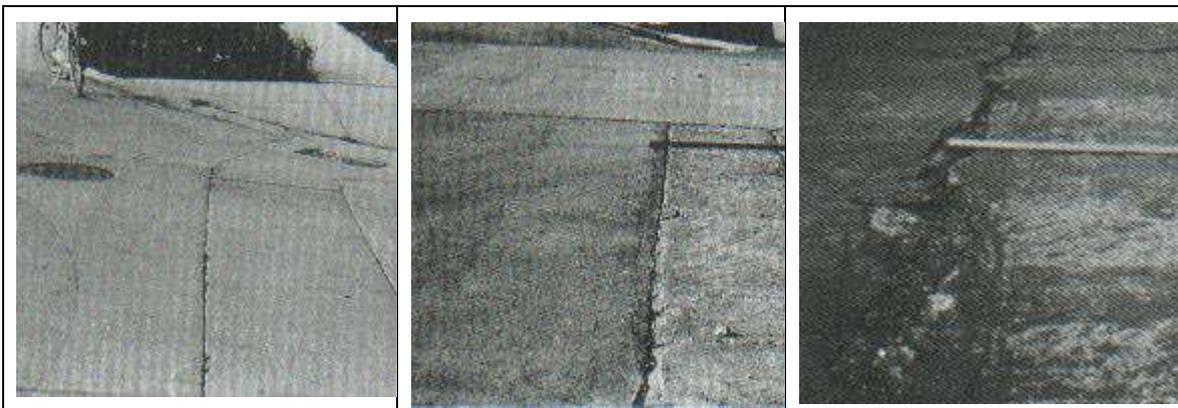
Medida

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

Opciones para Reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** Sellado de grietas. Reemplazo del parche.
- **H:** Reemplazo del parche.

Figura N° 17: De izquierda a derecha, parcheo grande de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.10. Parche pequeño (menor de 0.45 m2).

Descripción:

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

Niveles de Severidad

- **L:** El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.
- **M:** El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.
- **H:** El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo.

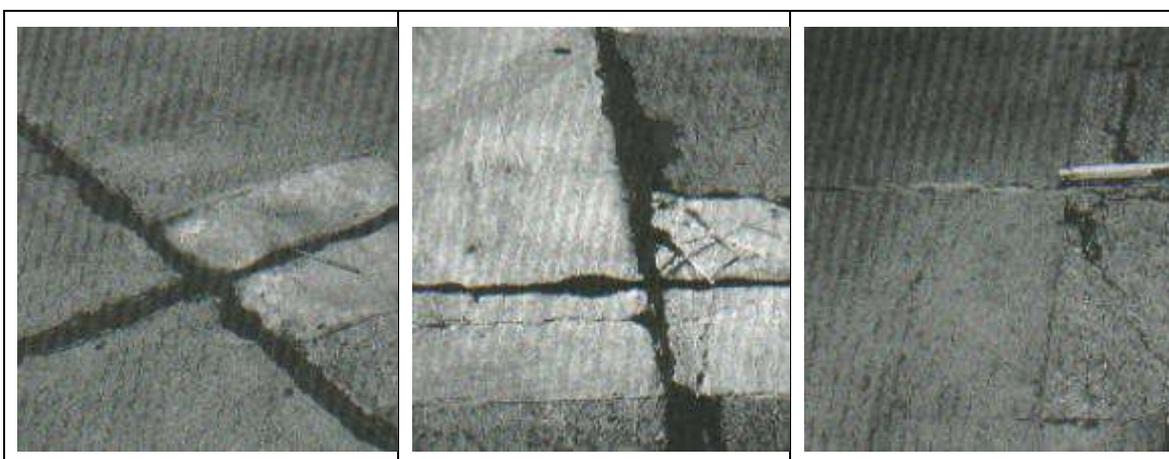
Medida

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

Opciones para Reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** No se hace nada. Reemplazo del parche.
- **H:** Reemplazo del parche.

Figura N° 18: De izquierda a derecha, parcheo pequeño de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.11. Pulimento de agregados.

Descripción:

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

Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto.

Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

Niveles de Severidad

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

Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

Figura N° 19: Pulimento de agregados.



Fuente: *Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*

2.3.1.12. Popouts.

Descripción:

Un popouts es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito.

Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.

Niveles de severidad

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

Medida

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

Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada.

Figura N° 20: Popouts.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.13. Bombeo.

Descripción:

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa, debido a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo la losa delantera y luego hacia atrás, de bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas. El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte.

Niveles de Severidad

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

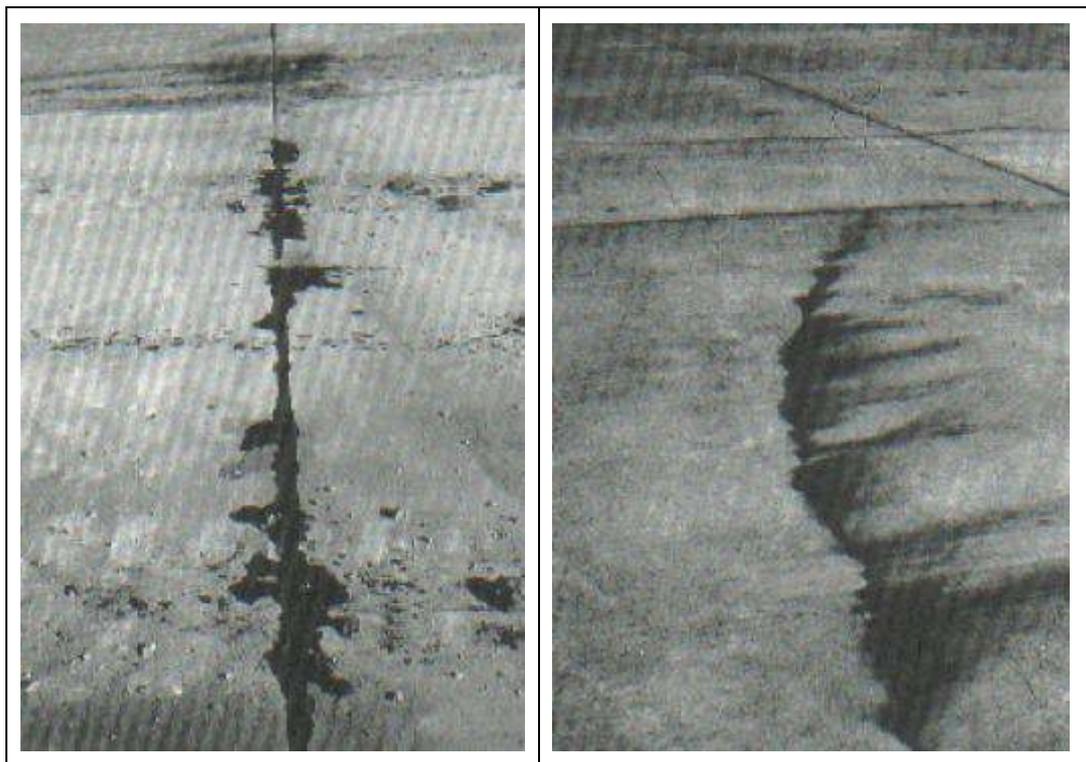
Medida

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

Opciones de reparación

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

Figura N° 21: Manifestaciones de falla por bombeo.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.14. Punzonamiento.

Descripción:

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

Niveles de Severidad

Tabla N° 4: Niveles de severidad para punzonamiento.

Severidad de la mayoría de las grietas	Numero de pedazos		
	2 a 3	4 a 5	Más de 5
L	L	L	M
M	L	M	H
H	M	H	H

Fuente: *Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*

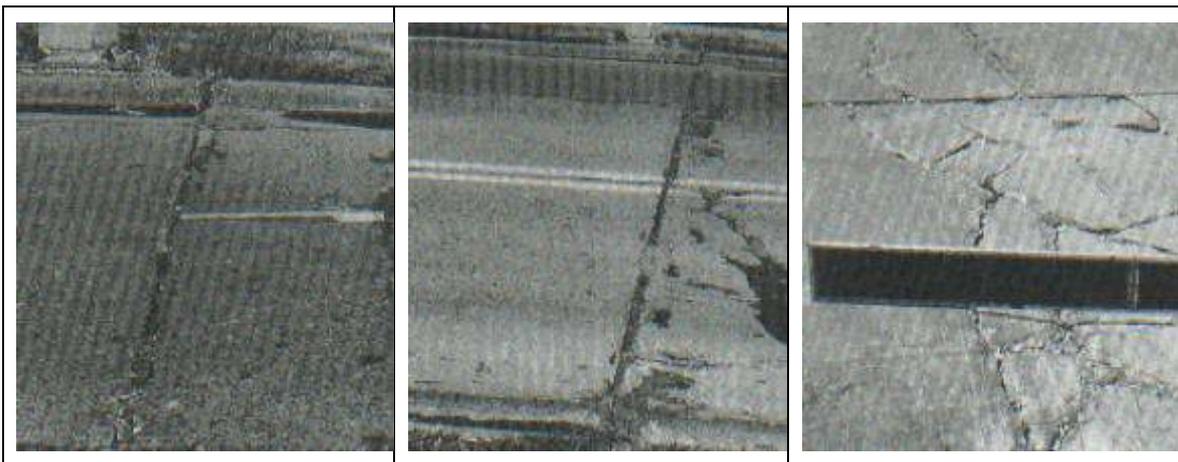
Medida

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada. Sellado de grietas.
- **M:** Parcheo profundo.
- **H:** Parcheo profundo.

Figura N° 22: De izquierda a derecha, falla por punzonamiento, de baja, media y alta severidad respectivamente.



Fuente: *Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.*

2.3.1.15. Cruce de vía férrea.

Descripción:

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

Niveles de severidad

- **L:** El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- **M:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- **H:** El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad.

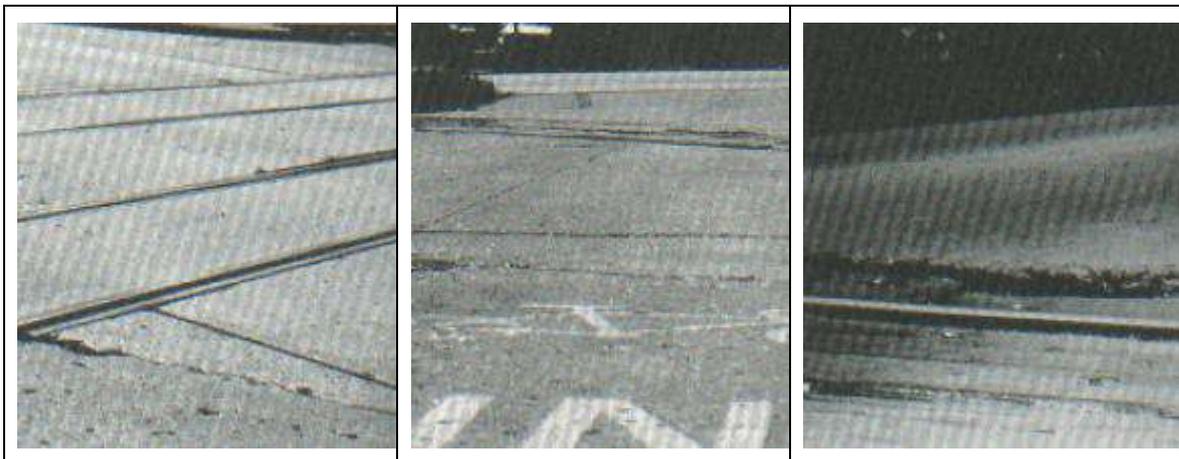
Medida

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- **H:** Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Figura N° 23: Cruce de vía férrea.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

2.3.1.16. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.

Descripción:

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

Niveles de Severidad

- **L:** El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.
- **M:** La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.
- **H:** La losa está descamada en más del 15% de su área.

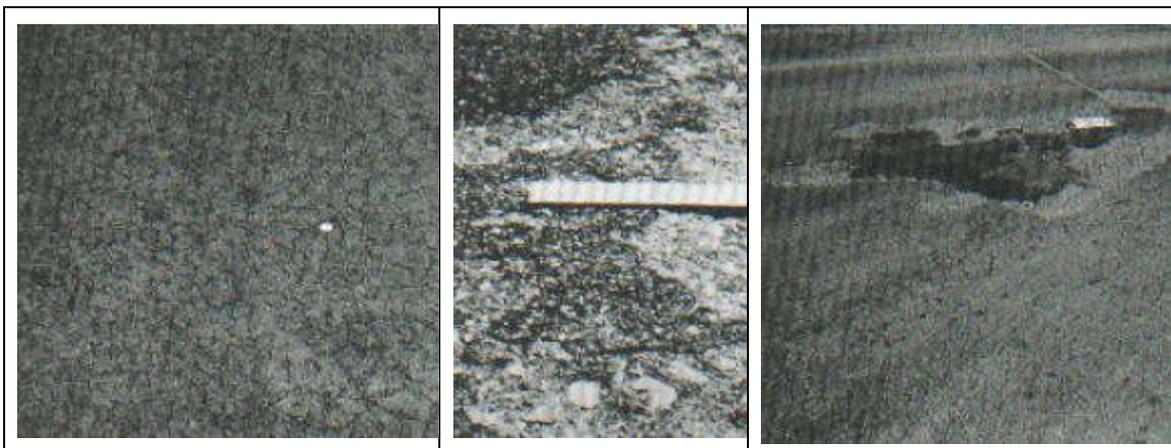
Medida

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

Opciones para Reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** No se hace nada. Reemplazo de la losa.
- **H:** Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

Figura N° 24: De izquierda a derecha, mapa de grietas de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

2.3.1.17. Grietas de retracción.

Descripción:

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

Niveles de Severidad

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

Medida

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

Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada.

Figura N° 25: Fisuras de contracción.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.3.1.18. Descascaramiento de esquina.

Descripción:

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

Niveles de severidad

En la tabla 4 se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla N° 5: Nivel de severidad para descascaramiento en esquina.

Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento.	
	127.0x127.0mm a 305.0x305.0 mm	Mayor que 305.0x305.0mm
Menor de 25.00mm	L	L
>25.00mm a 51.00mm	L	M
Mayor de 51.00mm	M	H

Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Medida

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

Opciones de reparación

- **L:** No se hace nada.
- **M:** Parcheo parcial.
- **H:** Parcheo parcial.

Figura N° 26: De izquierda a derecha, descascaramiento de esquina de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

2.3.1.19. Descascaramiento de junta.

Descripción:

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

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

Niveles de Severidad

En la Tabla 5 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta.

Tabla N° 6: Niveles de severidad descascaramiento de juntas.

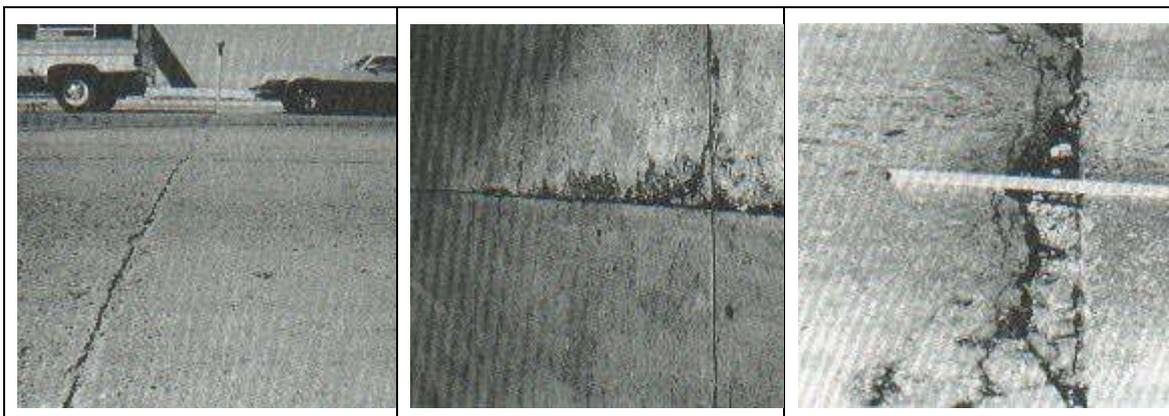
Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6m	> 0.6m
Duros: No puede removerse fácilmente (Pueden faltar algunos pocos fragmentos)	<102 mm	L	L
	>102 mm	L	L
Sueltos: Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría de todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.00mm.	<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: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

Medida:

Si el descascaramiento ocurre a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una sola losa con descascaramiento de junta. Si el descascaramiento ocurre en más de un borde en la misma losa, entonces el borde con mayor nivel de severidad se contabiliza y se registra como si fuera una sola 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 como una losa con descascaramiento de junta.

Figura N° 27: De izquierda a derecha, descascaramiento de junta de baja, media y alta severidad.



Fuente: Pavement Condition Index (PCI), para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras

2.4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DEL PCI

El método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) es un índice numérico que clasifica la superficie condiciones del pavimento, varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En tabla 6 se presentan los rangos de PCI con su clasificación cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla N° 7: Rango de calificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 - 85	Excelente
85 - 71	Muy bueno
70 - 56	Bueno
55 - 41	Regular
40 - 26	Malo
25 - 11.	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

El PCI proporciona una medida de la condición actual del pavimento en base a lo observado en la superficie del pavimento, así mismo indica las condiciones de funcionamiento y la integridad de la superficie estructural. El PCI no puede medir la capacidad estructural, ni proporciona la medición directa de la resistencia de rodadura o rugosidad. Proporciona una objetiva y racional base para determinar las necesidades de mantenimiento y reparación y cuáles son las prioridades (Robles, 2015).

La monitorización continua de la PCI se utiliza para establecer la tasa de deterioro del pavimento, que permite la temprana identificación de las principales necesidades de rehabilitación.

En base al valor de PCI obtenido de la evaluación de campo se podría determinar cuál es el nivel de intervención como se muestra en la tabla 7.

Tabla N° 8: Intervención en base al rango de PCI.

Rango	Clasificación	Intervención
100 - 71	Bueno	Mantenimiento
31 -70	Regular	Rehabilitación
0 - 30	Malo	Construcción

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- ✓ **Calzada:** Es la parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. Las calzadas tienen un número variable de carriles.
- ✓ **Carril:** En carreteras y vías públicas, es cada franja o divisiones por las que circulan los vehículos, que pueden ser en sentidos contrario o en el mismo sentido cuando es mayor a un carril.
- ✓ **Evaluación superficial del pavimento:** determinar las fallas en la superficie de la losa de concreto, dichas fallas no guardan relación con la estructura del pavimento.
- ✓ **Índice de condición de pavimento (PCI):** Calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo “0” la peor condición posible y 100 la mejor.
- ✓ **La serviciabilidad:** se usa como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional), cuando éste circula por la vialidad.
- ✓ **Mantenimiento periódico:** Conjunto de actividades que deben realizarse a un pavimento, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

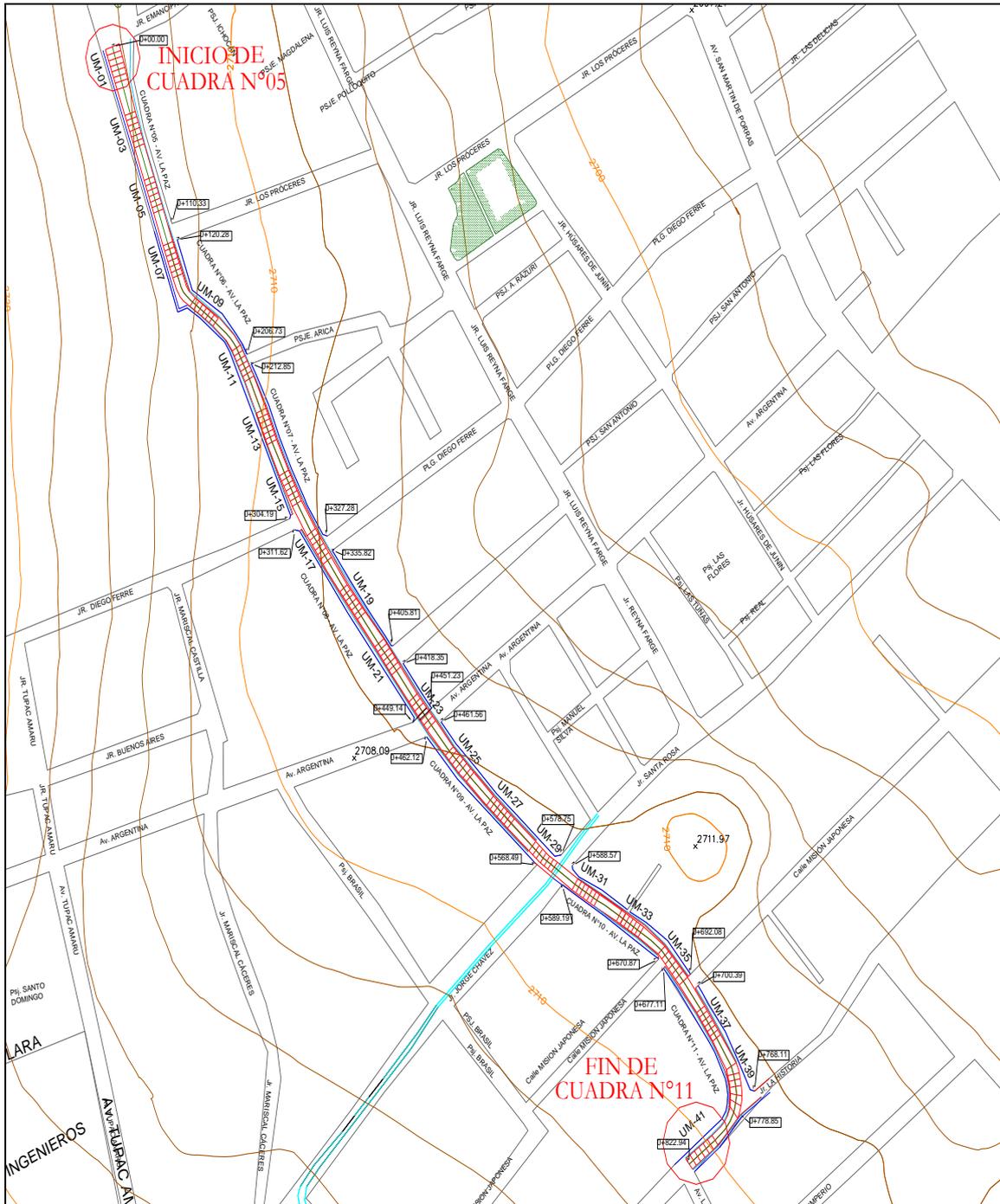
- ✓ **Mantenimiento rutinario:** Es el conjunto de actividades que se ejecutan permanentemente a lo largo del camino y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Debe ser de carácter preventivo y se incluyen en este mantenimiento, las actividades de limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras. En los sistemas tercerizados de mantenimiento vial, también se incluyen actividades socio-ambientales, de atención de emergencias viales menores y de cuidado y vigilancia de la vía.
- ✓ **Pavimento:** Del latín *pavimentum*, el pavimento es la capa o base que constituye el suelo de una construcción o de una superficie no natural. El pavimento funciona como sustento de los seres vivos y de las cosas.
- ✓ **Pavimentos rígidos:** Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.
- ✓ **Unidad de muestra del pavimento:** Es una subdivisión de la sección del pavimento que tiene un rango estandarizado de tamaño. Para pavimentos de concreto de cemento Pórtland, el área de muestra debe estar en el rango 20 ± 8 losas. Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos.

3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, se muestra en la siguiente imagen.

Figura N° 28: Delimitación del pavimento de estudio.



Fuente: Plano catastral de Cajamarca sin escala.

La ubicación geográfica del departamento de Cajamarca se encuentra ubicado en el norte del Perú, y limita por el norte con Ecuador, por el sur con La Libertad, por el este con Amazonas y por el oeste con Piura y Lambayeque. Contando con 13 provincias y 126 distritos. (16).

La investigación se realizó en la Av. La Paz de la provincia de Cajamarca, tomando como punto inicial la intersección con el jr. Emancipación y como punto final la intersección con el jr. La historia, abarcando las cuadras N°05 hasta la cuadra N° 11 de la avenida, teniendo como Coordenadas geográficas con unidades de grados y minutos decimales:

- ✓ Longitud: O 78° 30' 23.368"
- ✓ Latitud: S 7° 10' 16.288"

Fuente: *Obtención de datos en campo.*

3.1.1. Ubicación política

- ✓ País: Perú.
- ✓ Región: Cajamarca.
- ✓ Departamento: Cajamarca.
- ✓ Provincia: Cajamarca.
- ✓ Distrito: Cajamarca.

3.1.2. Ubicación geográfica

Coordenadas UTM de referencia.

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

Tabla N° 9: Coordenadas del punto inicial y el punto final.

Punto	Este	Norte	Cota
Punto inicial	775211.83m	9206914.36m	2717.67msnm
Punto final	775619.41m	9206269.76m	2714.03msnm

Fuente: Elaboración propia, 2020.

3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló durante un lapso de aproximado de 5 meses comprendido entre los meses de enero del 2020 hasta diciembre del 2020, periodo interrumpido la investigación por la pandemia de Covid-19. Se inspeccionó, se analizó y se determinó el estado actual en el que se encuentra dicho pavimento.

3.3. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- ✓ **PLANO DE DISTRIBUCION:** Plano donde se esquematiza la red de pavimento que será evaluada con sus respectivas distribuciones.
- ✓ **HOJA DE INSPECCIÓN:** Documento donde se va a plasmar la información de la inspección visual del pavimento, las fallas que se encuentran en las unidades de muestreo. Por ejemplo, los datos que lleva esta son: ubicación, tipo de falla, la cantidad de fallas, severidad, etc. Se muestra la hoja de formato en el **anexo 1**.
- ✓ **REGLA DE ALBAÑIL:** Es una regla de madera o aluminio para medir deflexiones en las losas (Debe medir por lo menos 3 m).
- ✓ **MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.** Documento donde se encuentra todos los tipos de fallas que se pueden encontrar en los pavimentos rígidos, así como la calificación de la severidad de cada falla.

3.4. DATOS DE LA VÍA A ANALIZAR

Los datos analizados en la investigación, solo se realizó mediante inspección visual y con toma de datos y medidas de un tramo de la Av. La Paz, comprendida entre la

cuadra N°5 hasta la cuadra N°11, siendo una vía con gran flujo vehicular que permite el descongestionamiento del tránsito de la parte céntrica de la ciudad de Cajamarca.

Descripción

- ✓ Número de carriles. 2.
- ✓ Ancho de cada carril en promedio. 3.65m
- ✓ Medida de losa longitudinal promedio. 3.60m
- ✓ Longitud total de la vía. 822.94m.

3.5. PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO POR EL MÉTODO PCI.

Para realizar la evaluación de condición del pavimento es necesario realizar un trabajo en campo, en donde se realice una inspección visual y obtención de datos haciendo mediciones de las fallas encontradas para luego clasificarlos de acuerdo a la severidad y la cantidad de fallas identificadas según el manual de daños de los pavimentos rígidos, para ello es necesario llevar formatos de recepción de datos y herramientas de mediciones para las fallas encontradas. (Robles, 2015)

3.5.1. División del pavimento en unidades de muestra

Para analizar el estado actual del pavimento es necesario realizar unidades de muestreo en donde nos permita reducir el trabajo cuando el pavimento sea de gran longitud, pero si es pequeño es necesario analizarlo todo. Entonces para obtener la cantidad de unidades de muestreo se realiza el conteo total de losas que contenga el pavimento a analizar, teniendo las consideraciones que su longitud de losas no debe exceder a 7.60 m. y el rango de unidades de muestreo debe oscilar entre 20 ± 8 losas, si el intervalo de unidades sale 1 se tomara todas las unidades de muestreo, pero si ya sale mayor a 1 se tomara solo los que correspondan. (Robles, 2015)

3.5.2. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación

Se determina de acuerdo a la cantidad total de unidades de muestreo, si es de gran longitud el pavimento, entonces el intervalo de evolución por unidades será mayor, pero si es pavimento es de longitud considerable entonces se analiza todas las unidades de muestreo. (Robles, 2015)

3.5.3. Evaluación de un proyecto

Cuando el proyecto es grande se evalúa un número mínimo de unidades de muestreo, se calcula de acuerdo a la fórmula 01. En donde se calcula un estimado de PCI ± 5 , de todo el promedio, teniendo una verdad de confiabilidad de 95%. (Robles, 2015)

3.6. DISEÑO METODOLÓGICO

A. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Iniciando la evaluación del pavimento se determina el número mínimo de unidades de muestreo nombrado como (n), nos va servir para hacer el cálculo más aproximado del PCI de dicho tramo. Para encontrar el valor de (n), se aplica la siguiente ecuación.

$$n = \frac{N \times S^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + S^2} \dots \dots \dots \text{ecu. 01}$$

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%).
- **S**: Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (0) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y de 15 para pavimentos de concreto, estos valores son basados en datos de campo obtenidos de muchas encuestas; sin embargo, si la experiencia local es diferente el promedio de la desviación estándar reflejará la condición local; esta deberá ser usada para la inspección inicial. En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ($n < 5$), se recomienda evaluar todas las unidades.

Si la obtención del nivel de confianza del 95% es crítica, se debe verificar el número de unidades de muestra inspeccionadas es adecuado. El número de unidades de muestra se determinó inicialmente en base a una desviación estándar asumida.

Se debe calcular la desviación estándar actual de acuerdo a la siguiente ecuación.
(Robles, 2015)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PCli - PClf)^2}{n - 1}} \dots \dots \dots ecu. 02$$

Donde:

- **PCli:** PCI de la unidad de muestra i
- **PClf:** PCI promedio de las unidades de muestreo analizadas.
- **n:** Número total de unidades de muestreo analizadas.
- **S:** Desviación estándar.

B. Selección de las unidades de muestreo para inspección

a. 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. Esta técnica se la conoce como "sistema aleatorio" descrito en los siguientes tres pasos:

- El intervalo de muestreo (i), es determinado por:

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \dots ecu. 03.$$

Donde:

- **N:** Número total de unidades de muestreo disponible.
- **n:** Número mínimo de unidades para evaluar.
- **i:** Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

b. El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo i. Por ejemplo, si i = 3, la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

c. Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como "s", "s + i", "s +2 i", etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

C. Evaluación de condición de pavimento

Para evaluar el pavimento se hizo el trabajo en campo, realizando la inspección de las unidades de muestreo, en lo que se identificó los tipos de fallas que se presentan en el pavimento, la cantidad de fallas y su severidad de ellas, registrando todo lo encontrado en campo en el formato establecido en el manual de daños del pavimento rígido. Formato en **anexo 01**.

D. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Para calcular las unidades de muestreo se recurrió al trabajo en gabinete, luego de tener todos los datos que se obtuvieron de la inspección del pavimento en campo, llenados adecuadamente y ordenados en los formatos establecidos, y estos datos son procesados para el cálculo del índice de condición del pavimento en cada tramo evaluado respecto a las unidades de muestreo.

➤ Cálculos de los valores deducidos

Determina el “Valor deducido (D.V.)” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor deducido del daño”, de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado. Ver **anexo 2**

➤ Cálculo del número admisible máximo deducido (m)

Si ninguno o sólo uno de los V.D. es mayor que dos, se usa el “Valor deducido total” en lugar del mayor “Valor deducido corregido (C.D.V.)”.

De lo contrario, deben seguirse el paso b.

Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor. y desarrolle la Ecuación 04:

Ecuación 04 – Número máximo admisible de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots \dots \dots ecu. 04.$$

Donde:

- **mi**: Número máximo admisible de “Valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i.

- **HDVi:** El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i.

El número de valores individuales deducidos se reduce a “mi”, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que “mi” se utilizan todos los que se tengan. Fuente: (Vásquez Varela, 2002)

- **Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV).**

- ⇒ Cálculo del “Máximo valor deducido corregido (C.D.V.)”
- ⇒ Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.
- ⇒ Determine el “Valor deducido total (C.D.T.)” sumando todos los valores deducidos individuales.
- ⇒ Determine el C.D.V. con q y el C.D.T. en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.
- ⇒ El máximo C.D.V. es el mayor de los C.D.V. obtenidos en este proceso.

Grafico ver en **anexo 03**.

- **Cálculo del PCI de una unidad de muestra.**

Calcular el PCI restándole a 100 el máximo CDV:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV} \dots \dots \dots \text{ecu. 05.}$$

- **Cálculo del PCI de la sección del pavimento.**

- Si todas las unidades de muestra inspeccionadas son escogidas en forma aleatoria, entonces el PCI de la sección (PCIs) es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria (PCIr) usando la ecuación 06.

$$PCIr = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \dots \dots \dots \text{ecu. 06.}$$

Donde:

- ⇒ **PCIr:** PCI ponderado del área de las unidades de muestreo inspeccionadas en forma aleatoria.
- ⇒ **PCiri:** PCI de la unidad de muestreo aleatorio i.
- ⇒ **Ari:** Área de la unidad de muestreo aleatorio i.
- ⇒ **N:** Número de unidades de muestra aleatoria inspeccionada.

- Si hubiera unidades de muestra adicionales que han sido inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas (PCI_a) es calculado empleando la ecuación 6. El PCI de la sección de pavimento es calculado empleando la ecuación 7.

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^n A_{ai}} \dots \dots \dots ecu. 07.$$

$$PCI_s = (PCI_r \times \left(A - \sum_{i=1}^m A_{ai} \right)) + \frac{PCI_a \times (\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A} \dots \dots \dots ecu. 08.$$

Donde:

- ⇒ **PCla:** PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.
- ⇒ **PClai:** PCI de la unidad de muestra adicional i.
- ⇒ **Aai:** área de la unidad de muestra adicional i.
- ⇒ **A:** área de la sección
- ⇒ **m:** número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.
- ⇒ **PCIs:** PCI ponderado del área de la sección de pavimento.
(Sanchez, 2017)

4. CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS.

4.1.1. Cálculo de las unidades de muestreo.

Para iniciar con los procedimientos, primero se realizó una visita de reconocimiento y verificando que la vía tenga una sección uniforme con pocas variaciones longitudinalmente, que está comprendida desde la cuadra N° 05 hasta la cuadra N° 11 de la avenida la paz.

Luego se hizo el conteo de la cantidad total de losas que se encontró en la vía de dicho tramo, teniendo una cantidad de 492 losas en ambos carriles y siendo de doble sentido, en total se cuenta con 41 unidades de muestreo, conteniendo 12 losas de concreto por cada unidad de muestreo.

Calculo de las unidades mínimas de muestreo en la ecuación 1.

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

Remplazando.

$$n = \frac{41 \times 15^2}{\frac{5^2}{4}x(41-1) + 15^2}$$

$$n = 19$$

Las unidades totales que se evaluaron fue de 19, con una garantía de confiabilidad del 95%.

4.1.2. Selección de las unidades de muestreo.

Aplicando la ecuación número 3, se determina el intervalo de evaluación de unidades de muestreo.

Remplazando valores.

$$i = \frac{41}{19} = 2.16 \text{ equivalente } i = 2.00$$

Entonces de acuerdo a este resultado se consideró que se tomaría como unidad inicial la UM-1, UM3,...,UM-41. El intervalo de inspección fue de los números impares.

4.1.3. Evaluación del pavimento de cada una de las unidades de muestras.

Luego se analizó en gabinete todas las unidades de muestreo seleccionados para el cálculo del índice de condición del pavimento de la avenida la paz, desde la cuadra 5 hasta la cuadra 11.

Ubicación de unidades de muestreos seleccionados.

Tabla N° 10: Evaluación de unidades de muestreo.

N°	UNIDADES DE MUESTREO	PROGRESIVA (m)
1	UM -01	0+000.00 - 0+020.78
2	UM -03	0+040.49 - 0+060.27
3	UM -05	0+080.28 - 0+100.29
4	UM -07	0+120.26 - 0+139.97
5	UM -09	0+159.03 - 0+178.94
6	UM -11	0+199.95 - 0+219.92
7	UM -13	0+240.13 - 0+259.80
8	UM -15	0+279.58 - 0+299.36
9	UM -17	0+318.75 - 0+338.76
10	UM -19	0+358.37 - 0+378.61
11	UM -21	0+398.83 - 0+418.84
12	UM -23	0+438.48 - 0+458.80
13	UM -25	0+478.49 - 0+499.37
14	UM -27	0+519.09 - 0+538.89
15	UM -29	0+558.85 - 0+578.68
16	UM -31	0+596.29 - 0+614.24
17	UM -33	0+632.35 - 0+650.31
18	UM-35	0+668.33 - 0+691.94
19	UM-37	0+712.28 – 0+732.30
20	UM-39	0+751.67 – 0+779.01
21	UM-41	0+800.04 – 0+822.94

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.4. Método de cálculo por cada unidad de muestreo

Para iniciar la evaluación se realizó la inspección de las unidades de muestreo seleccionados de acuerdo a un croquis referencial de la longitud de la vía.

➤ El procedimiento de análisis es similar para todas las unidades de muestreo, como muestra de análisis se realizó el procedimiento de la evaluación para la UM-19.

Tabla N° 11: Fallas más comunes en el pavimento de la Av. la paz.

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas longitudinales.
2	Grietas transversales y/o diagonales.
3	Grietas de esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
13	Escala
14	Desnivel carril / berma
15	Hundimiento (punzamiento).
16	Exudación y bombeo.

- | | | | |
|----|--------------------------------------|----|-----------------------------|
| 5 | Grietas en bloque (losa dividida) | 17 | Parche pequeño deteriorado. |
| 6 | Deterioro de sello. | 18 | Parche grande deteriorado. |
| 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) | | |

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Luego de hacer la identificación de fallas se procedió a ubicarlo en cada paño correspondiente, como se muestra en la siguiente figura.

Figura N° 29: Anotación de fallas en UM-19.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Luego se calculó los porcentajes de densidades para hallar el valor deducido de cada falla de acuerdo a los ábacos.

Se calculó con la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{N^{\circ} Losas}{Total\ de\ losas\ por\ UM} \times 100$$

Datos:

- ✓ Tipo de falla y severidad: 11M
- ✓ N° de losas con falla de este tipo: 4
- ✓ N° de losas total por unidad de muestreo: 12

Se reemplazó los valores en la fórmula

$$Densidad = \frac{4}{12} \times 100$$

$$\text{Densidad} = 33.33\%$$

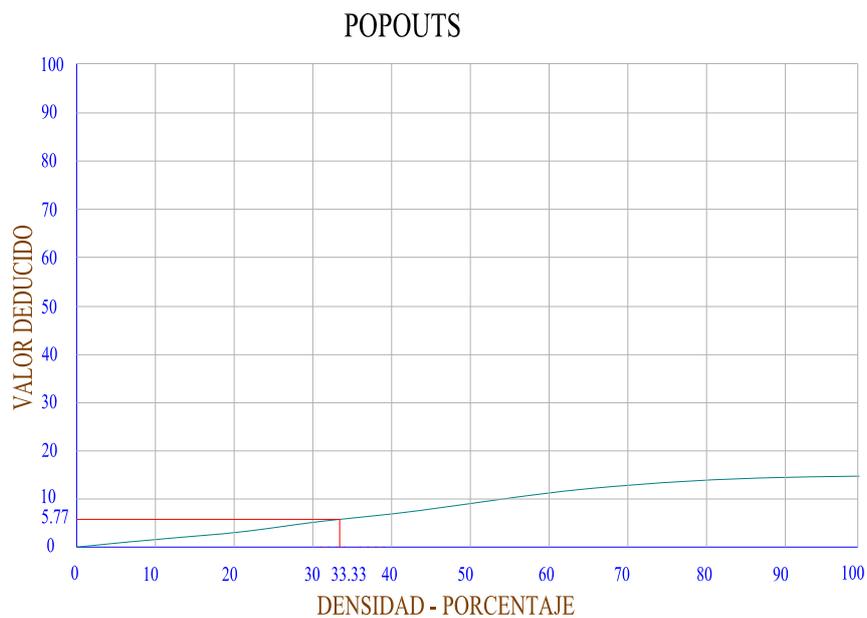
Tabla N° 12: Cálculo del porcentaje de densidades de fallas en UM-13.

Falla	N° Losas	Densidad (%)
9M	1	8.33%
10	12	100.00%
11M	4	33.33%
18L	11	91.67%
18M	1	8.33%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con estos valores se buscó en los gráficos del anexo 2. En donde contiene la densidad vs valor deducido por cada tipo de falla.

Figura N° 30: Modelo de hallar el valor deducido en el gráfico de gritas de esquina.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Luego se sigue la misma secuencia para hallar los valores deducidos para cada falla que le corresponde según su gráfico. (Anexo 2).

Esta tabla muestra ya los valores cálculos según los gráficos de acuerdo a las densidades.

Tabla N° 13: Valores deducidos para las fallas de la UM-19

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
11M	4	33.33%	5.77
18L	11	91.67%	27.42
18M	1	8.33%	4.77

Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, se calculó el PCI de la unidad de muestreo seleccionado, para ellos se obtiene estos datos, seleccionando los valores deducidos que sean mayores que 2.

- ✓ Números deducidos mayores que dos: 2
- ✓ Valor deducido más alto: 27.42
- ✓ Cálculo del número máximo admisible deducido mediante la fórmula 4

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

Remplazando

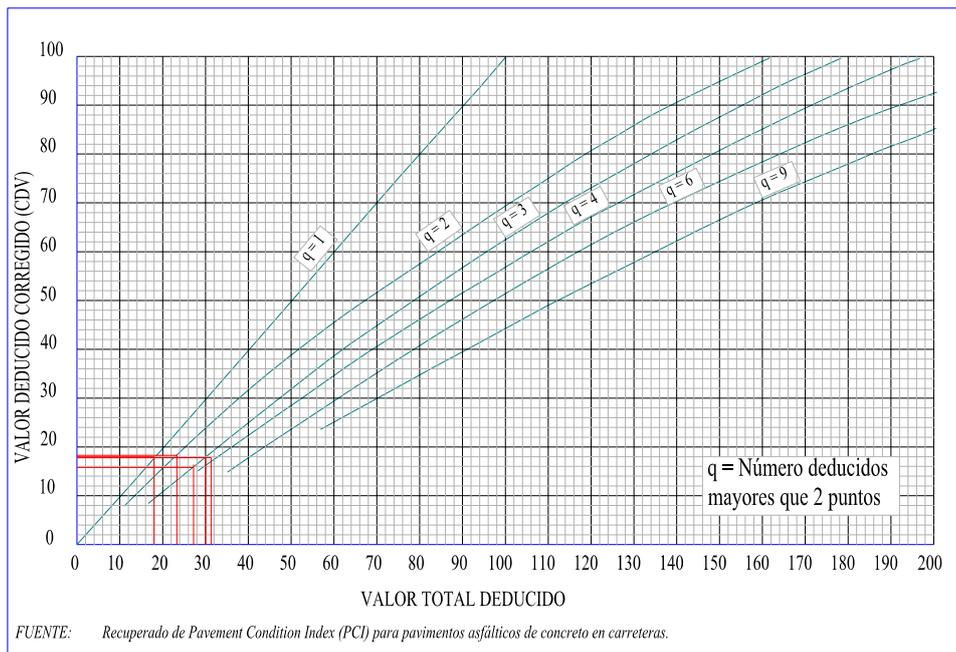
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 27.42)$$

$$m_i = 7.67$$

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	27.4
Núm. Max admisibles deducidos (mi):	7.67

Luego de hallar los valores deducidos, se calculó el valor deducido corregido mediante una tabla ordenada y el siguiente gráfico.

Figura N° 31: Gráfico para hallar el valor deducido corregido.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Entonces luego de haber hallado los valores deducidos corregidos (CDV) se llena la siguiente tabla.

Tabla N° 14: Valor deducido corregido para la UM-19.

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	27.42	10.00	5.77	4.77	2.61	50.6	5	26.00
2	27.42	10.00	5.77	4.77	2.00	50.0	4	28.46
3	27.42	10.00	5.77	2.00	2.00	47.2	3	29.90
4	27.42	10.00	2.00	2.00	2.00	43.4	2	34.14
5	27.42	2.00	2.00	2.00	2.00	35.4	1	35.05

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para calcular el índice de condición del pavimento se tomó el valor más alto de los valores deducidos corregidos.

El valor máximo es **35.05** entonces el $PCI = 100 - 35.05 = 64.95$, correspondiente a la calificación según la tabla N°06.

Rango de calificación del PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy bueno
70 - 55	Bueno

55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy malo
10 - 0	Fallado

Fuente: (ASTM D6433-07, 2007).

Luego de clasificar según la tabla, se determina que está en un estado “bueno”.

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
35.05	64.95	BUENO

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Este resultado nos permite decidir si el pavimento requiere de una intervención, que para este caso solo necesita de **rehabilitación**, por estar en el intervalo de 31 a 70 de PCI.

4.1.5. Análisis de las unidades seleccionados

4.1.5.1. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-01)

Tabla N° 15: Identificación de fallas en UM – 01.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38

Fuente: Elaboración propia, 2020.

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
28.19	71.81	MUY BUENO

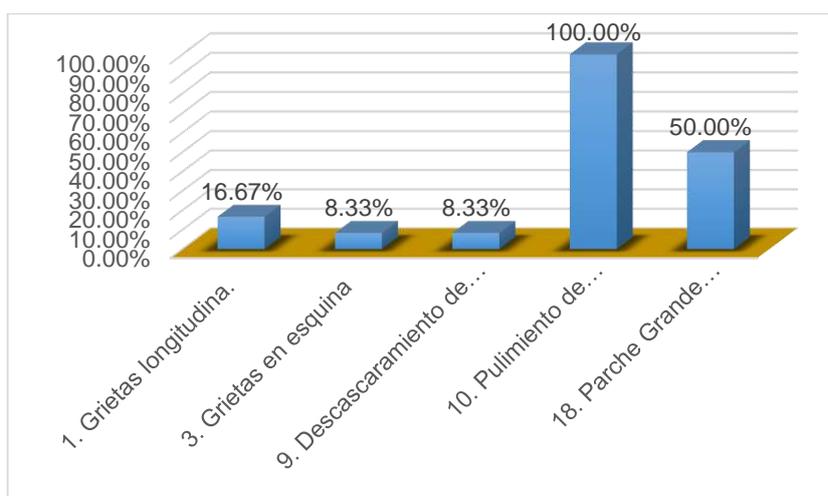
Análisis:

Se determinó en la UM-01, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la

unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 13.38L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 71.81, esto significa que el pavimento se encuentra en muy buen estado de funcionamiento, con una calificación de **muy bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **mantenimiento**.

Figura N° 32: Densidad de cada tipo de falla en UM – 01.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.2. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-03)

Tabla N° 16: Identificación de fallas en UM – 03.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83

Fuente: Elaboración propia, 2020.

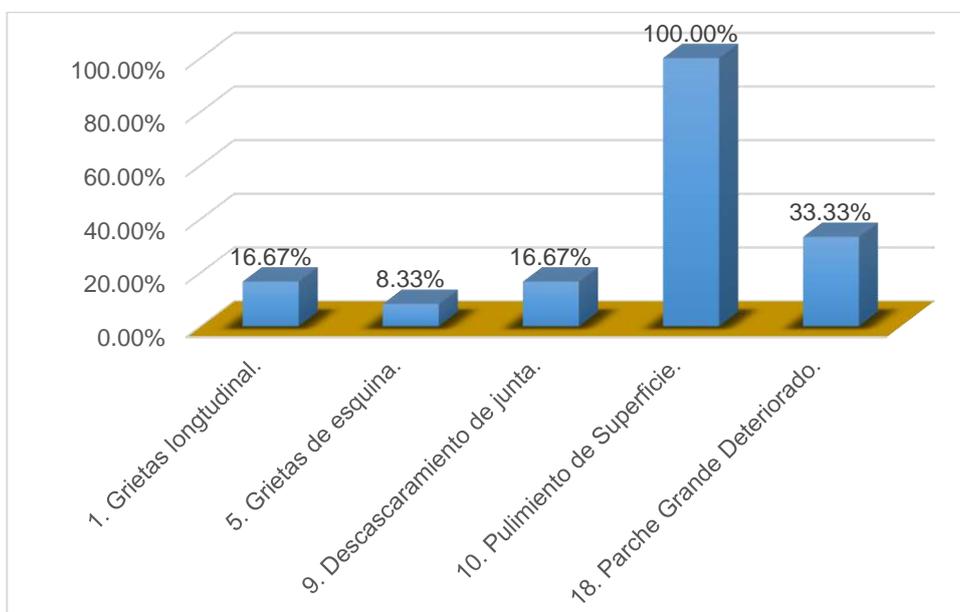
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
23.69	76.31	MUY BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-03, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 13.83L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 76.31, esto significa que el pavimento se encuentra en muy buen estado de funcionamiento, con una calificación de **muy bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **mantenimiento**.

Figura N° 33: Densidad de cada tipo de falla en UM – 03.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.3. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-05)

Tabla N° 17: Identificación de fallas en UM – 05.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	5	41.67%	7.83

10	12	100.00%	10.00
18L	1	8.33%	1.22

Fuente: Elaboración propia, 2020.

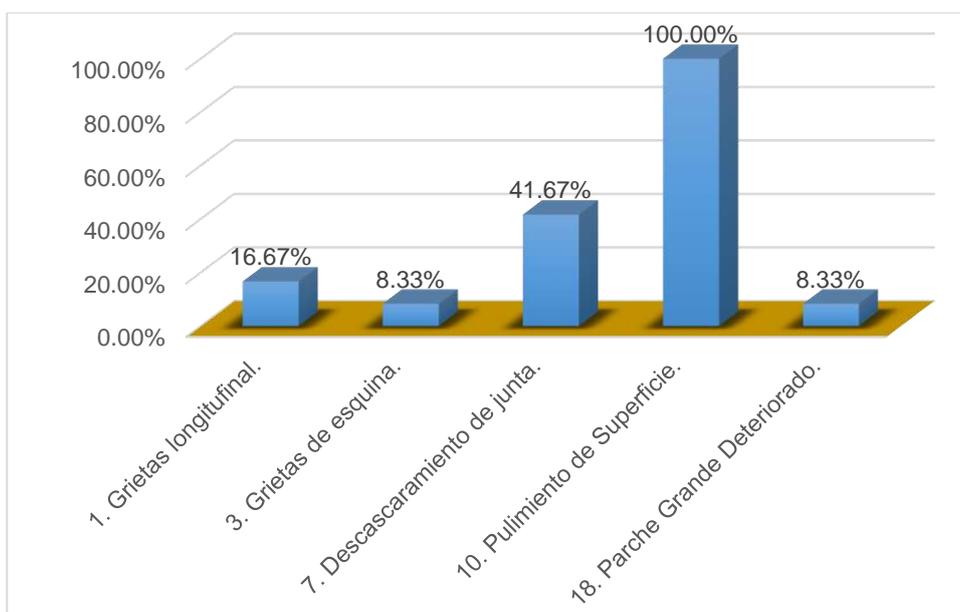
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
18.74	81.26	MUY BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-05, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de pulimiento de agregados obteniendo un valor deducido de 10.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 81.26, esto significa que el pavimento se encuentra en muy buen estado de funcionamiento, con una calificación de **muy bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **mantenimiento**.

Figura N° 34: Densidad de cada tipo de falla en UM – 05.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.4. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-07)

Tabla N° 18: Identificación de fallas en UM – 07.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
1M	3	25.00%	17.48
2M	2	16.67%	9.20
5L	2	16.67%	16.73
8	1	8.33%	0.00
9M	4	33.33%	11.06
10	3	25.00%	3.91
18L	6	50.00%	19.38

Fuente: Elaboración propia, 2020.

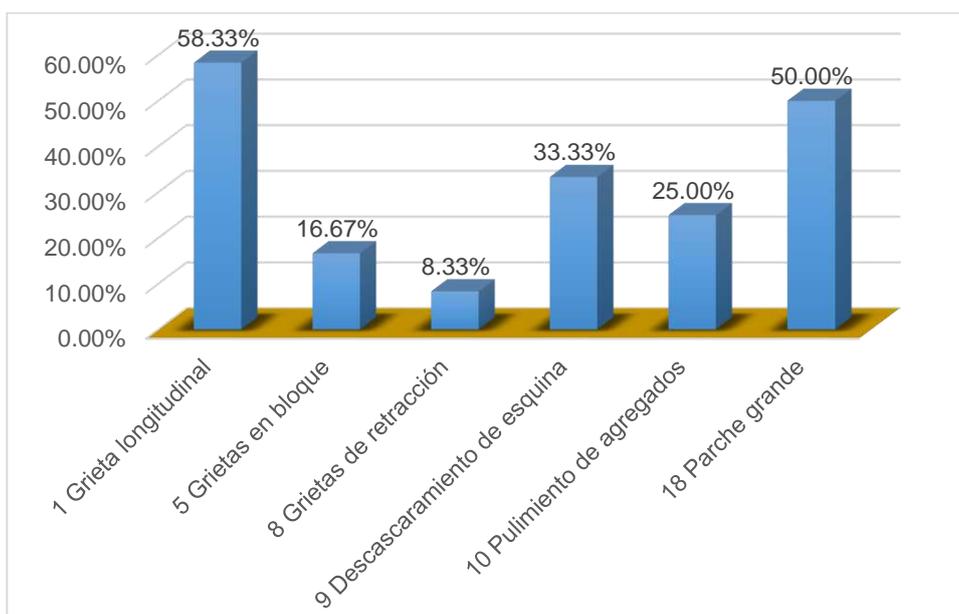
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
43.54	56.46	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-07, que la falla con mayor frecuencia fue el de parche grande dando una densidad del 50% encontrando en 6 losas de la unidad de muestreo, y la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 19.38.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 56.46, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 35: Densidad de cada tipo de falla en UM – 07.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.5. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-09)

Tabla N° 19: Identificación de fallas en UM – 09.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	4	33.33%	46.76
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	5	41.67%	17.04
18M	1	8.33%	4.37
18H	1	8.33%	14.50

Fuente: Elaboración propia, 2020.

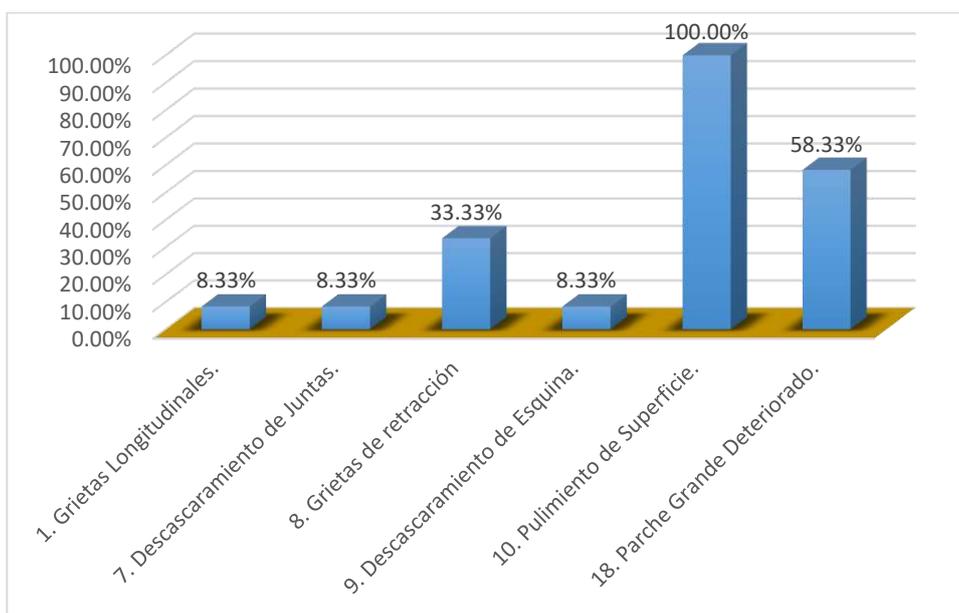
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
62.80	37.20	MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-09, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de grietas de retracción obteniendo un valor deducido de 46.76.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 32.20, esto significa que el pavimento se encuentra en mal estado de funcionamiento, con una calificación de **malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 36: Densidad de cada tipo de falla en UM – 09.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.6. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-11)

Tabla N° 20: Identificación de fallas en UM – 11.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	8.33%	7.38
5M	1	8.33%	18.60
7L	1	8.33%	1.69
7M	2	16.67%	6.27
8	4	33.33%	46.76
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97
18M	2	16.67%	9.78
18H	4	33.33%	42.09

Fuente: Elaboración propia, 2020.

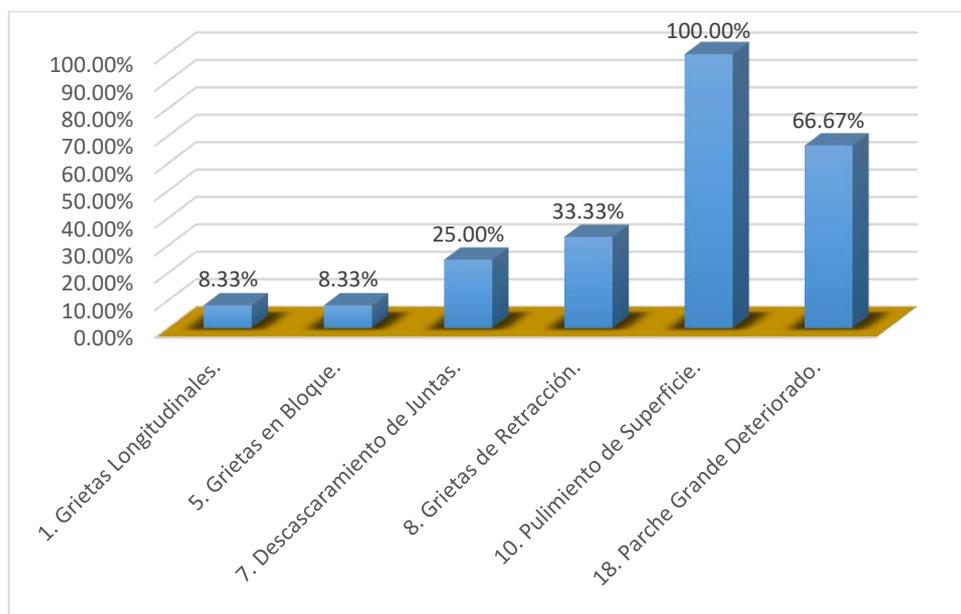
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
76.15	23.85	MUY MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-11, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de grietas de retracción obteniendo un valor deducido de 46.76.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 23.85, esto significa que el pavimento se encuentra en muy mal estado de funcionamiento, con una calificación de **muy malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **construcción**.

Figura N° 37: Densidad de cada tipo de falla en UM – 11.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.7. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-13)

Tabla N° 21: Identificación de fallas en UM – 13.

Falla	N° Losas	Densidad (%)
-------	----------	--------------

			Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
1H	1	8.33%	16.45
2H	1	8.33%	16.45
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	2	16.67%	9.78
18H	2	16.67%	25.70

Fuente: Elaboración propia, 2020.

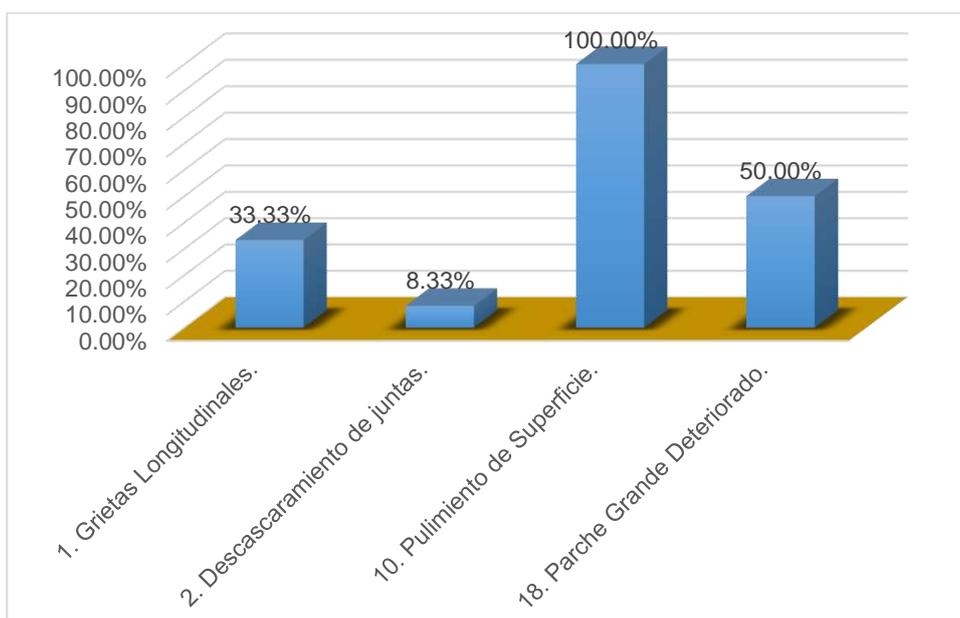
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
47.34	52.66	REGULAR

Análisis:

Se determinó en la UM-13, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 25.70H.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 52.66, esto significa que el pavimento se encuentra en regular estado de funcionamiento, con una calificación de **regular**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 38: Densidad de cada tipo de falla en UM – 13.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.8. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-15)

Tabla N° 22: Identificación de fallas en UM – 15.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	25.00%	12.87
2M	1	8.33%	7.38
3M	1	8.33%	11.93
7L	2	16.67%	2.38
7M	4	33.33%	13.37
8	1	8.33%	0.00
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	6	50.00%	19.38

Fuente: Elaboración propia, 2020.

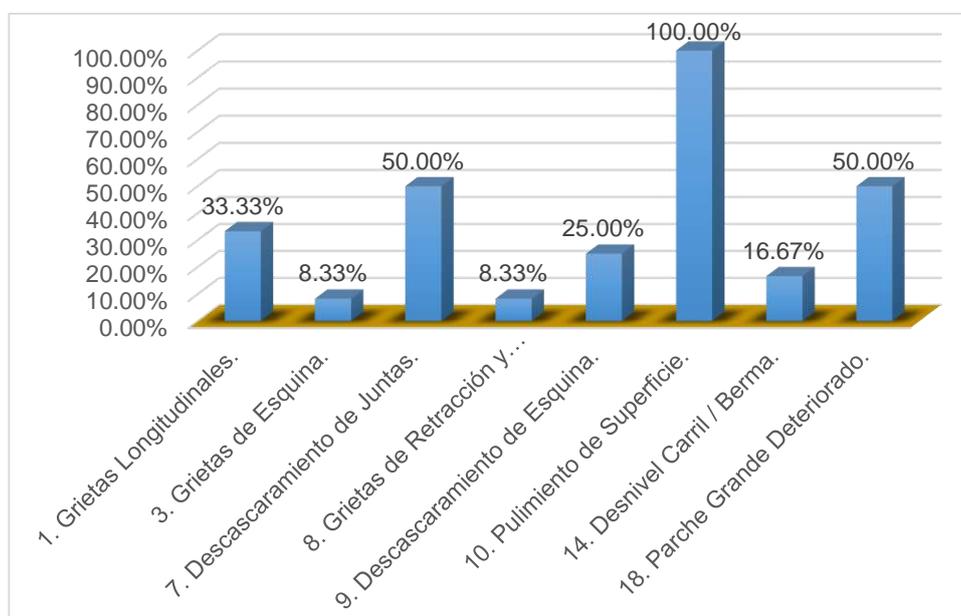
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.88	59.12	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-15, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 19.38L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 59.12, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 39: Densidad de cada tipo de falla en UM – 15.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.9. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-17)

Tabla N° 23: Identificación de fallas en UM – 17.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	3	25.00%	0.40
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00

11M	2	16.67%	2.51
18L	6	50.00%	19.38
18M	1	8.33%	9.78

Fuente: Elaboración propia, 2020.

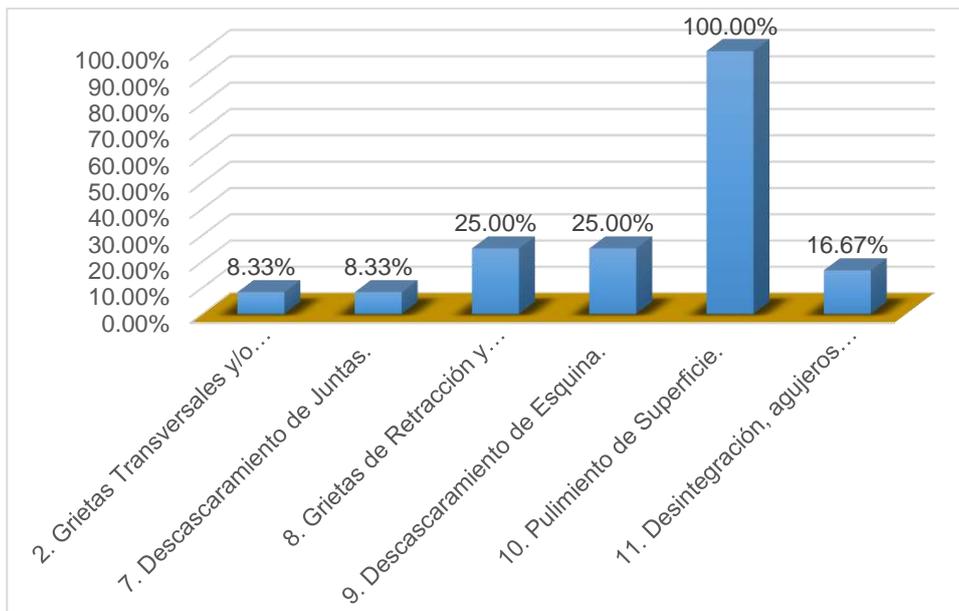
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
31.32	68.68	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-17, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 19.38L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 68.68, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 40: Densidad de cada tipo de falla en UM – 17.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.10. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-19)

Tabla N° 24: Identificación de fallas en UM – 19.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
11M	4	33.33%	5.77
18L	11	91.67%	27.42
18M	1	8.33%	4.77

Fuente: Elaboración propia, 2020.

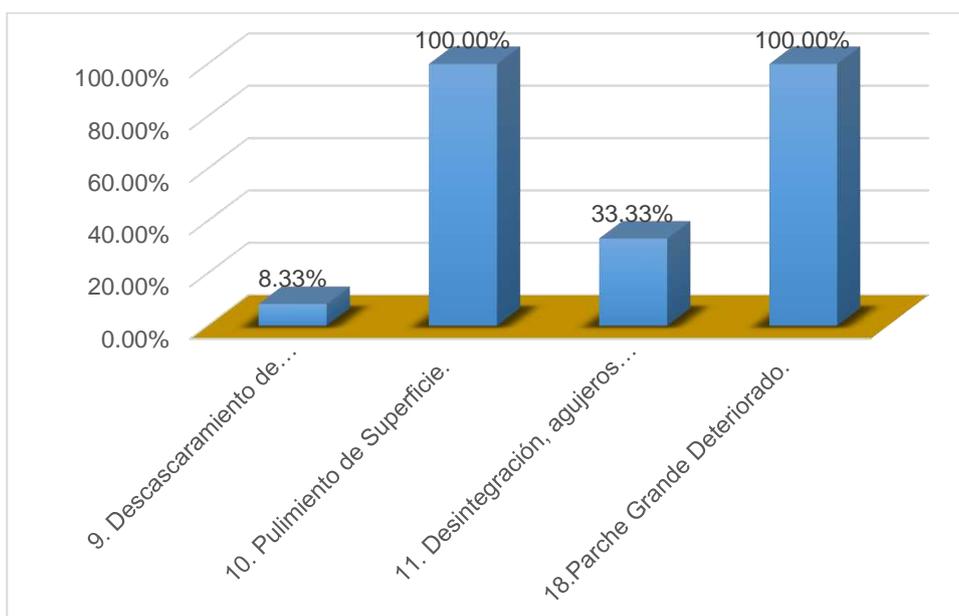
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
35.05	64.95	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-19, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 27.42L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 64.95, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 41: Densidad de cada tipo de falla en UM – 19.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.11. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-21)

Tabla N° 25: Identificación de fallas en UM – 21.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	6	50.00%	19.70
5L	1	8.33%	8.75
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97

Fuente: Elaboración propia, 2020.

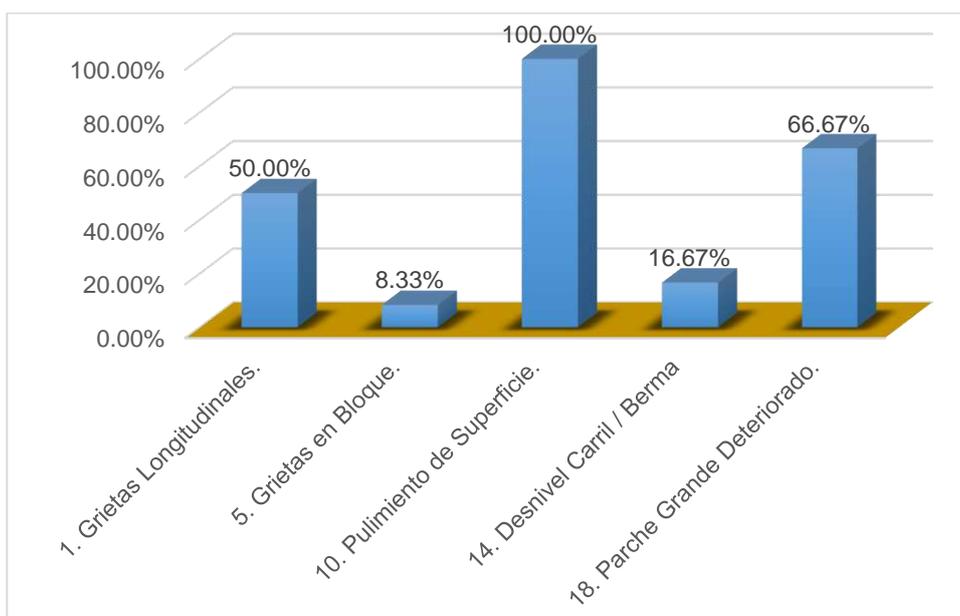
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
36.40	63.60	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-21, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 22.97L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 63.60, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 42: Densidad de cada tipo de falla en UM – 21.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.12. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-23)

Tabla N° 26: Identificación de fallas en UM – 23.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
3L	1	8.33%	6.43
7L	3	25.00%	4.45
8	4	33.33%	1.51
9M	1	8.33%	2.61
10	11	91.67%	9.40
18L	9	75.00%	24.65
18M	3	25.00%	16.04

Fuente: Elaboración propia, 2020.

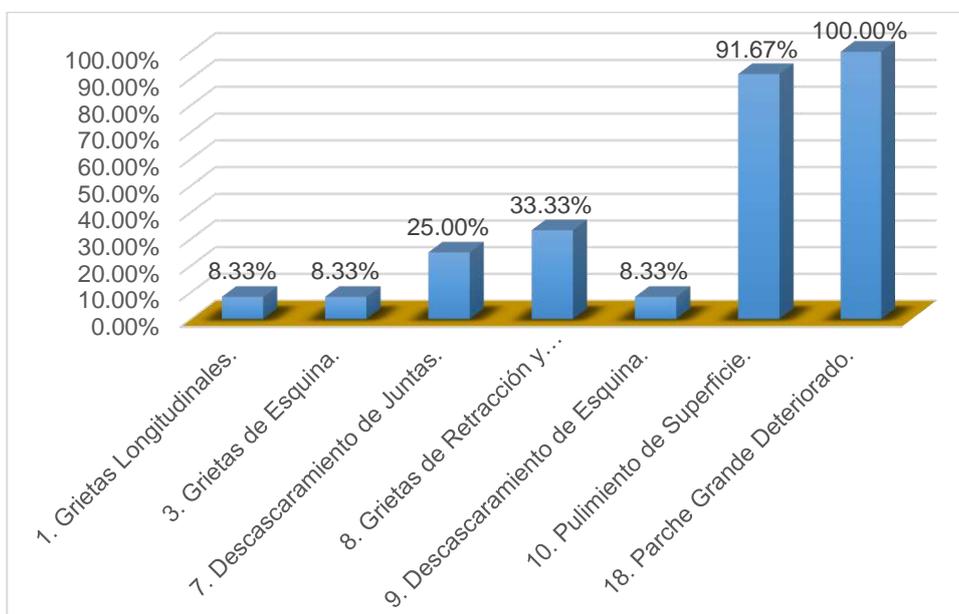
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
39.31	60.69	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-23, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 91.67% encontrando en once losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de parche grande obteniendo un valor deducido de 24.65L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 60.69, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 43: Densidad de cada tipo de falla en UM – 23.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.13. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-25)

Tabla N° 27: Identificación de fallas en UM – 25.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	6	50.00%	57.27

9L	2	16.67%	1.98
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83

Fuente: Elaboración propia, 2020.

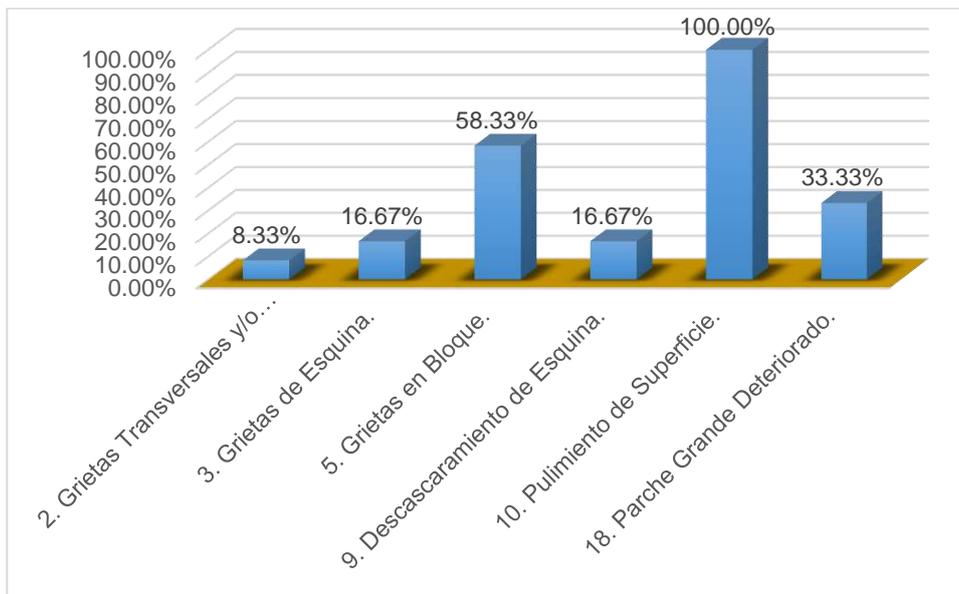
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
69.50	30.50	MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-25, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 57.27M.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 30.50, esto significa que el pavimento se encuentra en mal estado de funcionamiento, con una calificación de **malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **construcción**.

Figura N° 44: Densidad de cada tipo de falla en UM – 25.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.14. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-27)

Tabla N° 28: Identificación de fallas en UM – 27.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
5L	5	41.67%	35.44
8	2	16.67%	0.00
9L	2	16.67%	1.98
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97

Fuente: Elaboración propia, 2020.

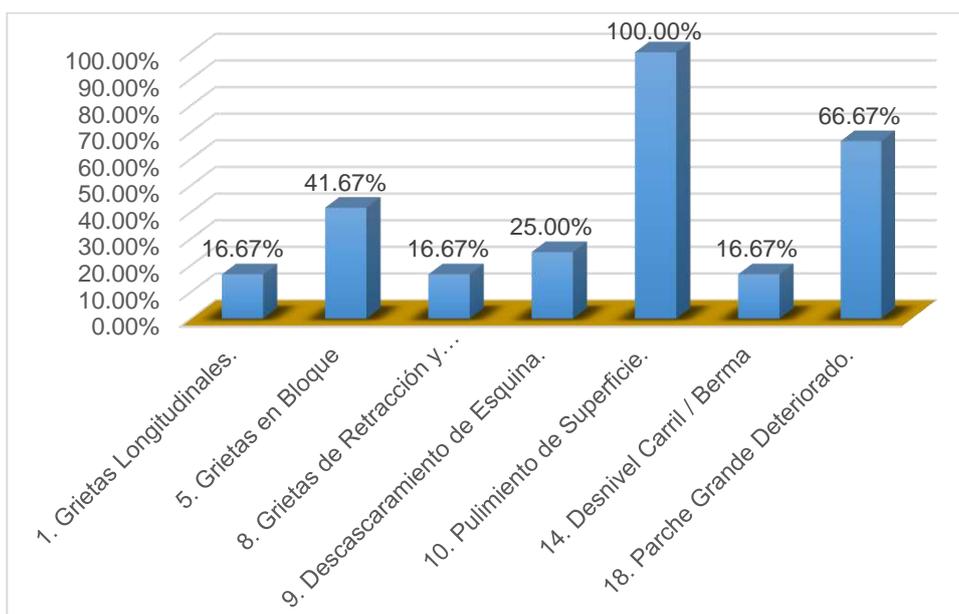
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
48.33	51.67	REGULAR

Análisis:

Se determinó en la UM-27, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 35.45L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 51.68, esto significa que el pavimento se encuentra en regular estado de funcionamiento, con una calificación de **regular**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 45: Densidad de cada tipo de falla en UM – 27.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.15. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-29)

Tabla N° 29: Identificación de fallas en UM – 29.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5H	2	16.67%	46.07
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
18L	12	100.00%	29.04

Fuente: Elaboración propia, 2020.

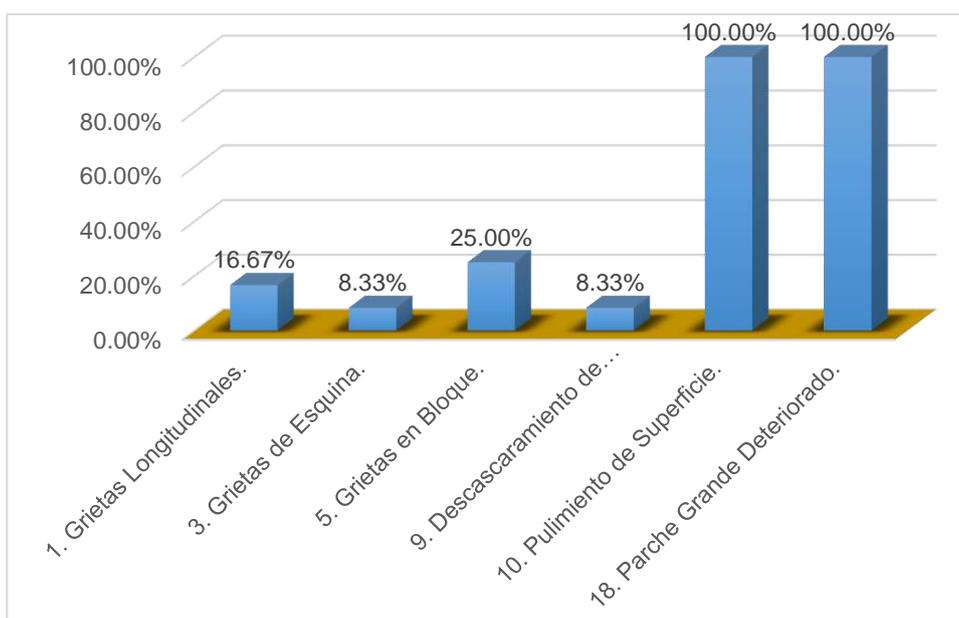
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.53	39.47	MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-29, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 46.07H.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 39.47, esto significa que el pavimento se encuentra en mal estado de funcionamiento, con una calificación de **malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 46: Densidad de cada tipo de falla en UM – 29.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.16. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-31)

Tabla N° 30: Identificación de fallas en UM – 31.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	8.33%	7.38
3M	2	16.67%	23.5
5L	3	25.00%	24.6
5H	4	33.33%	64.85
7L	1	8.33%	1.69
10	12	100.00%	10
18L	11	91.67%	27.42
18H	1	8.33%	14.5

Fuente: Elaboración propia, 2020.

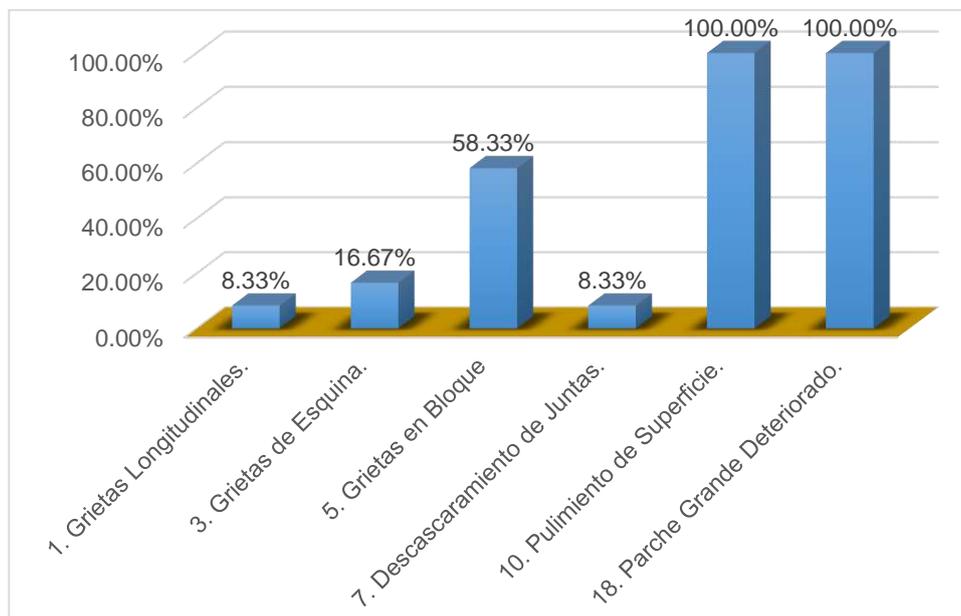
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
81.16	18.84	MUY MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-31, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 64.85H.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 18.84, esto significa que el pavimento se encuentra en muy mal estado de funcionamiento, con una calificación de **muy malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **construcción**.

Figura N° 47: Densidad de cada tipo de falla en UM – 31.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.17. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-33)

Tabla N° 31: Identificación de fallas en UM – 33.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23

1M	2	16.67%	12.4
3L	2	16.67%	13.87
5L	1	8.33%	8.75
5M	1	8.33%	18.6
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
9L	4	33.33%	6.18
10	11	91.67%	9.4
18L	3	25.00%	9.18

Fuente: Elaboración propia, 2020.

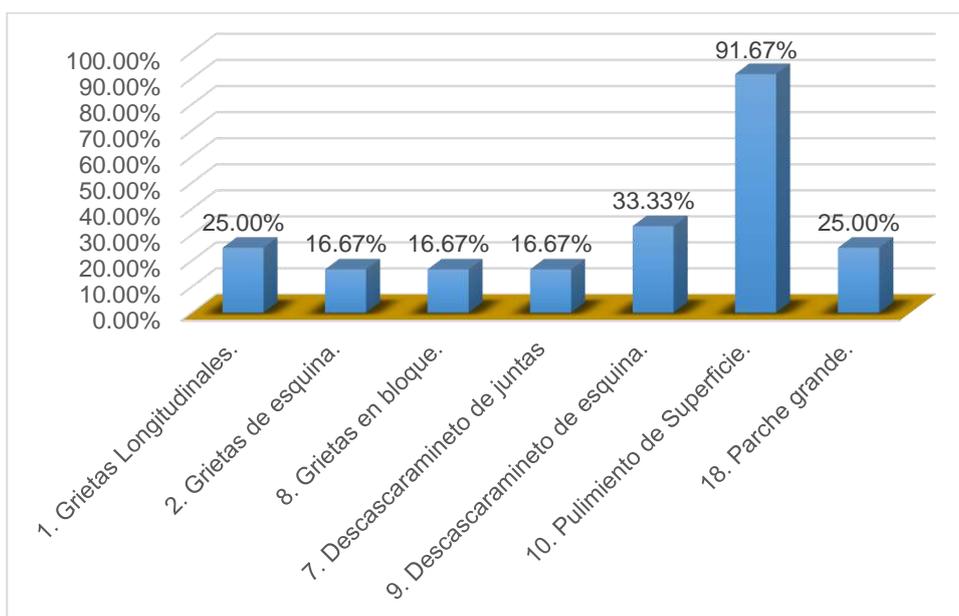
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.02	59.98	BUENO

Análisis:

Se determinó en la UM-33, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 91.67% encontrando en 11 losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 18.60M.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 59.98, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 48: Densidad de cada tipo de falla en UM – 33.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.18. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-35)

Tabla N° 32: Identificación de fallas en UM – 35.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
5L	3	25.00%	24.60
5M	1	8.33%	18.60
8	2	16.67%	0.00
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97

Fuente: Elaboración propia, 2020.

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
46.37	53.63	REGULAR

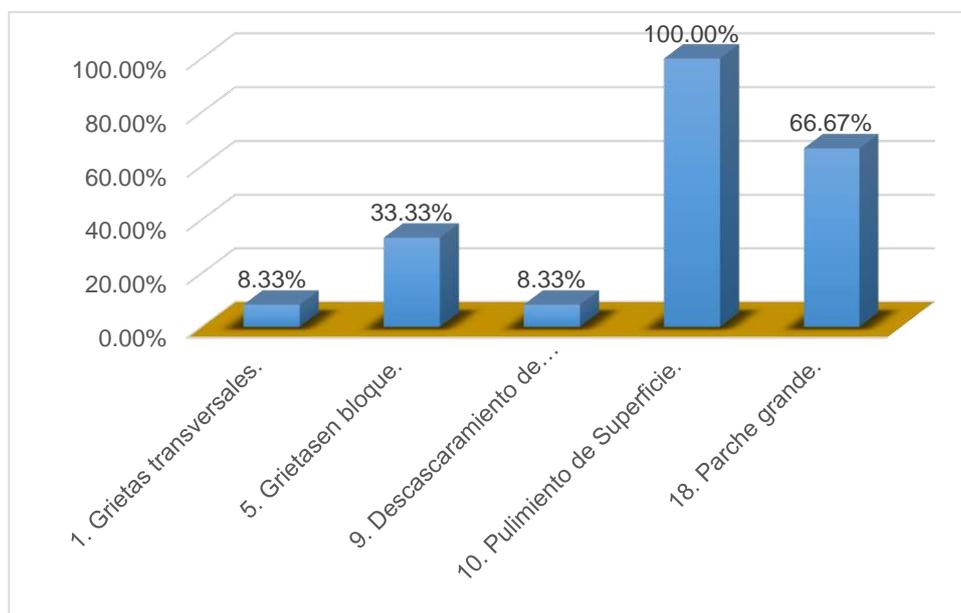
Análisis:

Se determinó en la UM-35, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la

unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 20.60L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 53.63, esto significa que el pavimento se encuentra en regular estado de funcionamiento, con una calificación de **regular**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 49: Densidad de cada tipo de falla en UM – 35.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.19. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-37)

Tabla N° 33: Identificación de fallas en UM – 37.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	3	25.00%	17.48
3L	2	16.67%	13.87
3M	1	8.33%	11.93
5L	4	33.33%	30.35
5M	1	8.33%	18.60
7L	2	16.67%	2.38
9L	2	16.67%	1.98

10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38

Fuente: Elaboración propia, 2020.

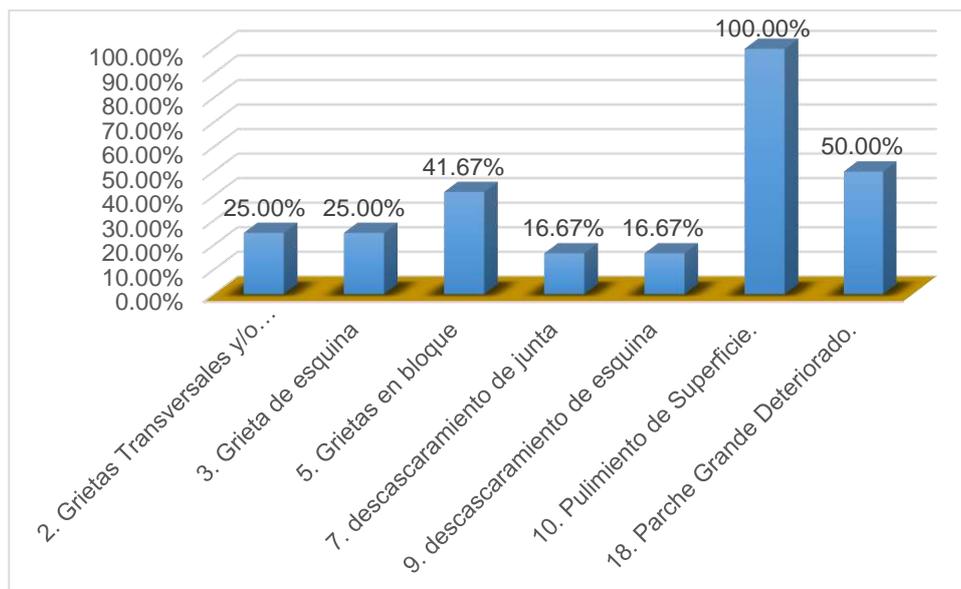
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.58	39.42	MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-37, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 30.35L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 39.42, esto significa que el pavimento se encuentra en mal estado de funcionamiento, con una calificación de **malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 50: Densidad de cada tipo de falla en UM – 37.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.20. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-39)

Tabla N° 34: Identificación de fallas en UM – 39.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	5	41.67%	52.32
5H	5	41.67%	70.47
9L	1	8.33%	0.71
9M	1	8.33%	2.12
10	12	100.00%	10.00
18L	3	25.00%	9.18

Fuente: Elaboración propia, 2020.

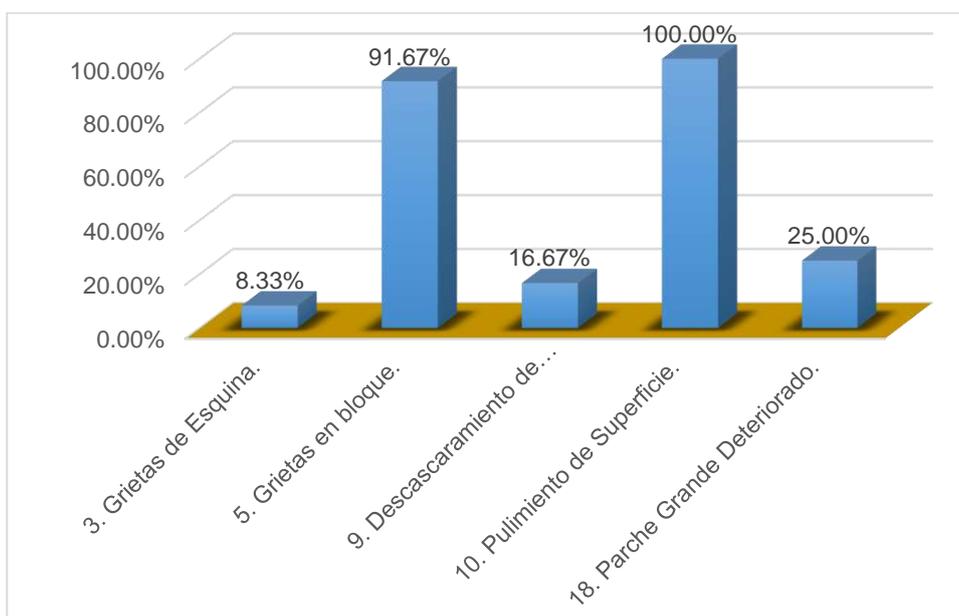
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
87.38	12.62	MUY MALO

Análisis:

Se determinó en la UM-39, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 52.32M.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 12.62, esto significa que el pavimento se encuentra en muy mal estado de funcionamiento, con una calificación de **muy malo**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **construcción**.

Figura N° 51: Densidad de cada tipo de falla en UM – 39.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.1.5.21. Análisis e interpretación de unidades de muestreo (UM-41)

Tabla N° 35: Identificación de fallas en UM – 41.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
2L	3	25.00%	12.87
3L	1	8.33%	6.43
5L	3	25.00%	24.60
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	3	25.00%	16.04

Fuente: Elaboración propia, 2020.

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
42.87	57.13	BUENO

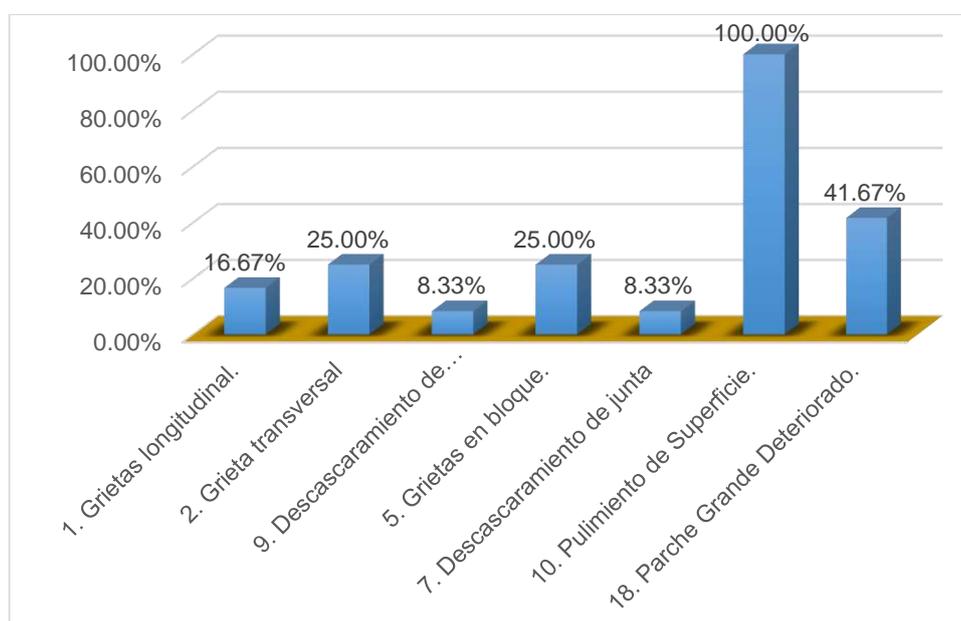
Análisis:

Se determinó en la UM-41, que la falla con mayor frecuencia fue el de pulimiento de superficie dando una densidad del 100% encontrando en todas las losas de la

unidad de muestreo, pero la falla con mayor incidencia de daños en el pavimento viene a ser el de losa dividida obteniendo un valor deducido de 24.60L.

Se analizó todas las fallas y dio como resultado de un PCI de 57.13, esto significa que el pavimento se encuentra en buen estado de funcionamiento, con una calificación de **bueno**, según la **tabla N°07**, este tramo del pavimento requiere una intervención de **rehabilitación**.

Figura N° 52: Densidad de cada tipo de falla en UM – 41.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.2. TIPOS DE FALLAS QUE SE ENCONTRARON EN LAS UM.

De acuerdo a los resultados de la inspección que se realizó a pavimento insitu, se encontró varios tipos de fallas, en la tabla N° 36 se detallan la cantidad de fallas según su tipo en todas las unidades de muestreo del pavimento en estudio.

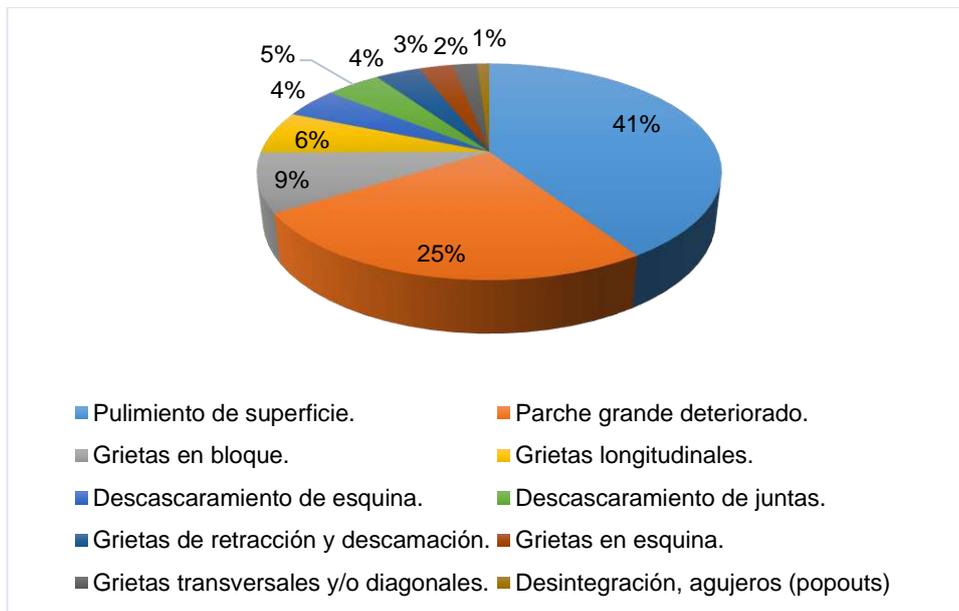
Tabla N° 36: Total de fallas encontradas en las unidades de muestreo.

N°	Cantidad	Codigo	Falla
1	242	10	Pulimiento de superficie.
2	150	18	Parche grande deteriorado.
3	52	5	Grietas en bloque.
4	38	1	Grietas longitudinales.
5	27	9	Descascaramiento de esquina.

6	27	7	Descascaramiento de juntas.
7	22	8	Grietas de retracción y descamación.
8	17	3	Grietas en esquina.
9	12	2	Grietas transversales y/o diagonales.
10	6	11	Desintegración, agujeros (popouts)
11	4	14	Desnivel carril / berma

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura N° 53: Distribución porcentual de fallas en la Av. La Paz.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Análisis

Del gráfico se deduce que la mayor cantidad de fallas encontradas es de **pulimiento de superficie**, siendo una cantidad de 242 losas que contienen la falla y 150 losas contienen parches grandes deteriorados, siendo estos resultados muy importantes para mejorar los diseños en futuras construcciones de los pavimentos.

4.3. CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.

Para realizar el cálculo del PCI, se analizó cada unidad de muestreo que se obtuvo en campo, determinando los tipos de fallas y su severidad, para ello se procesó unas hojas previamente diseñados (anexo 01) para calcular el índice de condición del pavimento por cada unidad de muestreo. Se analizó los datos y se identificó las

fallas más resaltantes que identifiquen el estado en el que se encuentra el pavimento.

Tabla N° 37: Condición del pavimento por unidad de muestreo.

UNIDADES DE MUESTREO	FALLA MÁS RESALTANTE	VALOR DEDUCIDO	SEVERIDAD	CDV max	PCI	CONDICIÓN DE PAVIMENTO
UM -1	18. Parche grande deteriorado	19.38	Bajo	28.19	71.81	Muy bueno
UM -3	18. Parche grande deteriorado	13.83	Bajo	23.69	76.31	Muy bueno
UM -5	10. pulimiento de superficie	10.00	Medio	18.74	81.26	Muy bueno
UM -7	18. Parche grande deteriorado	19.38	Bajo	43.54	56.46	Bueno
UM -9	8. Grietas de retracción	46.76	Medio	62.80	37.20	Malo
UM -11	8. Grietas de retracción	46.76	Medio	76.15	23.85	Muy malo
UM -13	18. Parche grande deteriorado	25.70	Bajo	47.34	52.66	Regular
UM -15	18. Parche grande deteriorado	19.38	Bajo	40.88	59.12	Bueno
UM -17	18. Parche grande deteriorado	19.38	Bajo	31.32	68.68	Bueno
UM -19	18. Parche grande deteriorado	27.42	Bajo	35.05	64.95	Bueno
UM -21	18. Parche grande deteriorado	22.97	Bajo	36.40	63.60	Bueno
UM -23	18. Parche grande deteriorado	24.65	Bajo	39.31	60.69	Bueno
UM -25	5. Grietas en bloque	57.27	Medio	69.50	30.50	Malo
UM -27	5. Grietas en bloque	35.44	Bajo	48.33	51.67	Regular
UM -29	5. Grietas en bloque	46.07	Alto	60.53	39.47	Malo
UM -31	5. Grietas en bloque	64.85	Alto	81.16	18.84	Muy malo
UM -33	5. Grietas en bloque	18.60	Medio	40.02	59.98	Bueno
UM -35	5. Grietas en bloque	24.60	Bajo	46.37	53.63	Regular
UM -37	5. Grietas en bloque	30.35	Bajo	60.58	39.42	Malo
UM -39	5. Grietas en bloque	70.47	Alto	87.38	12.62	Muy malo
UM -41	5. Grietas en bloque	24.60	Bajo	42.87	57.13	Bueno

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.4. ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO DE LA Av. LA PAZ DESDE LA CUDRA N°05 HASTA LA CUDRA N°11

El índice de condición del pavimento total, se obtuvo haciendo los cálculos para cada unidad de muestreo desarrollado en la Av. La Paz desde la cuadra N°5 hasta la cuadra N° 11, siendo una avenida de doble sentido y cada sentido de un solo carril.

Tabla N° 38: Índice de condición del pavimento en la av. la paz desde cuadra N° 5 hasta cuadra N° 11.

UNIDAD DE MUESTREO	PCI	CALIFICACIÓN	LOSAS ANALIZADAS	PCIxLA
UM -1	71.81	Muy bueno	12	861.72
UM -3	76.31	Muy bueno	12	915.72
UM -5	81.26	Muy bueno	12	975.12
UM -7	56.46	Bueno	12	677.52
UM -9	37.20	Malo	12	446.40
UM -11	23.85	Muy malo	12	286.20
UM -13	52.66	Regular	12	631.92
UM -15	59.12	Bueno	12	709.44
UM -17	68.68	Bueno	12	824.16
UM -19	64.95	Bueno	12	779.40
UM -21	63.60	Bueno	12	763.20
UM -23	60.69	Bueno	12	728.28
UM -25	30.50	Malo	12	366.00
UM -27	51.67	Regular	12	620.04
UM -29	39.47	Malo	12	473.64
UM -31	18.84	Muy malo	12	226.08
UM -33	59.98	Bueno	12	719.76
UM -35	53.63	Regular	12	643.56
UM -37	39.42	Malo	12	473.04
UM -39	12.62	Muy malo	12	151.44
UM -41	57.13	Bueno	12	685.56
SUMA			252	12958.20

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Entonces el índice de condición del pavimento dio como resultado.

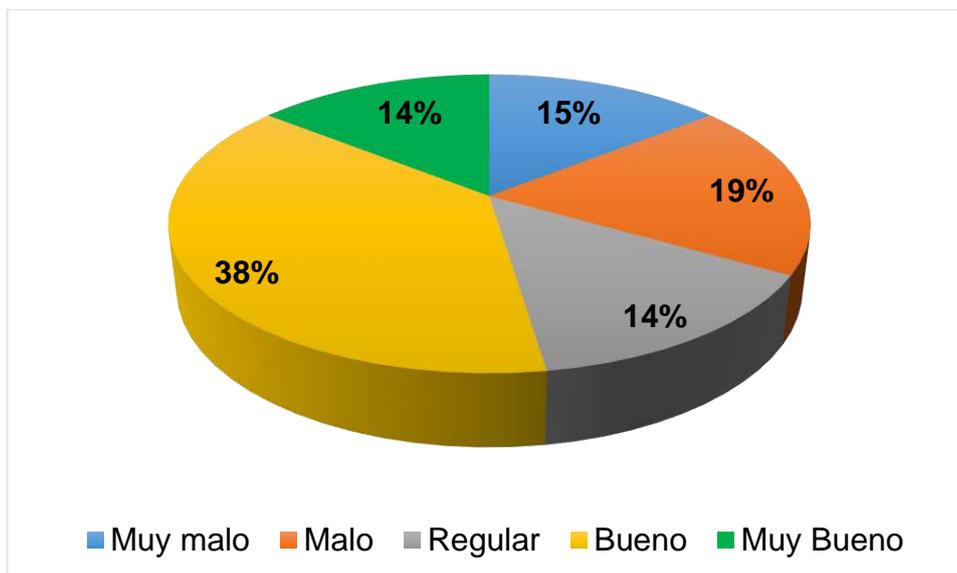
$$PCI = \frac{12958.20}{252} \times 100$$

$$PCI = 51.42\%$$

Realizando todos los cálculos se obtuvo un índice de condición del pavimento (PCI) = 51.42%, siendo un resultado que determina la calificación del pavimento, según la tabla N° 07 corresponde a un estado **regular** en el que se encuentra dicho pavimento. Para determinar la intervención del pavimento se analizó con la tabla

N° 08, que se necesita una intervención de **rehabilitación** para que el pavimento tenga mayor periodo de vida útil.

Figura N° 54: Distribución del estado en el que se encuentra el pavimento.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Análisis

Como se observa el gráfico N° 54 es la distribución del estado en el que se encuentra el pavimento de la Av. La Paz de la cuadra N° 5 hasta la cuadra N°11, dando que el 38% del pavimento estudiado está en un buen estado, mientras que el 19% está en mal estado y el 15% se encuentra en muy mal estado requiriendo una intervención inmediata, el 14% se encuentra muy bien y el otro 14% está en estado regular.

4.5. INTERVENCIÓN DEL PAVIMENTO DE LA Av. LA PAZ DESDE LA CUDRA N°05 HASTA LA CUDRA N°11

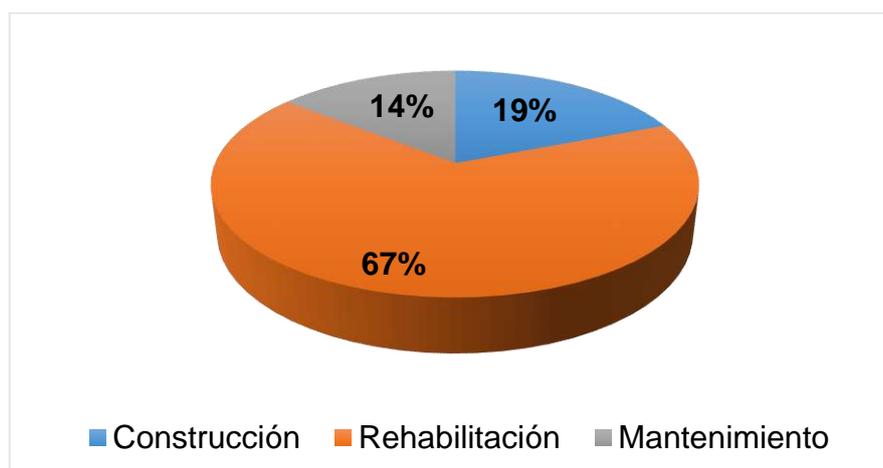
En la siguiente tabla se muestra las intervenciones (mantenimiento, rehabilitación, construcción) que se requieren en cada unidad de muestreo.

Tabla N° 39: Intervenciones en cada unidad de muestreo.

UNIDADES DE MUESTREO	PCI	CONDICION DE PAVIMENTO	INTERVENCIÓN	PROGESIVA KM 0+00.00
UM -1	71.81	Muy bueno	Mantenimiento	0+000.00 - 0+020.78
UM -3	76.31	Muy bueno	Mantenimiento	0+040.49 - 0+060.27
UM -5	81.26	Muy bueno	Mantenimiento	0+080.28 - 0+100.29
UM -7	56.46	Bueno	Rehabilitación	0+120.26 - 0+139.97
UM -9	37.20	Malo	Rehabilitación	0+159.03 - 0+178.94
UM -11	23.85	Muy malo	Construcción	0+199.95 - 0+219.92
UM -13	52.66	Regular	Rehabilitación	0+240.13 - 0+259.80
UM -15	59.12	Bueno	Rehabilitación	0+279.58 - 0+299.36
UM -17	68.68	Bueno	Rehabilitación	0+318.75 - 0+338.76
UM -19	64.95	Bueno	Rehabilitación	0+358.37 - 0+378.61
UM -21	63.60	Bueno	Rehabilitación	0+398.83 - 0+418.84
UM -23	60.69	Bueno	Rehabilitación	0+438.48 - 0+458.80
UM -25	30.50	Malo	Construcción	0+478.49 - 0+499.37
UM -27	51.67	Regular	Rehabilitación	0+519.09 - 0+538.89
UM -29	39.47	Malo	Rehabilitación	0+558.85 - 0+578.68
UM -31	18.84	Muy malo	Construcción	0+596.29 - 0+614.24
UM -33	59.98	Bueno	Rehabilitación	0+632.35 - 0+650.31
UM -35	53.63	Regular	Rehabilitación	0+668.33 - 0+691.94
UM -37	39.42	Malo	Rehabilitación	0+712.28 - 0+732.30
UM -39	12.62	Muy malo	Construcción	0+751.67 - 0+779.01
UM -41	57.13	Bueno	Rehabilitación	0+800.04 - 0+822.94

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Figura N° 55: Intervención al pavimento en porcentaje.



Fuente: Elaboración propia, 2020.

Análisis

Como se observa el gráfico, el 67% requiere una intervención de rehabilitación, el 19% requiere de construcción, esto quiere decir que el pavimento está en muy mal estado y el 14% solo requiere de mantenimiento, todos estos datos de intervenciones al pavimento se analizaron de acuerdo a las severidades de las fallas que se encontraron en el estudio del pavimento de la Av. La Paz desde la cuadra N° 5 hasta la cuadra N° 11.

TRAMOS A INTERVENIR

Tabla N° 40: Progresivas de intervención.

INTERVENCIÓN	DESDE	HASTA	LONGITUD
Mantenimiento	0+000.00	0+120.26	120.26 m
Rehabilitación	0+120.26	0+199.95	79.69 m
Construcción	0+199.95	0+240.13	40.18 m
Rehabilitación	0+240.13	0+478.49	238.36 m
Construcción	0+478.49	0+519.09	40.60 m
Rehabilitación	0+519.09	0+596.29	77.20 m
Construcción	0+596.29	0+632.35	36.06 m
Rehabilitación	0+632.35	0+751.67	119.32 m
Construcción	0+751.67	0+800.04	48.37 m
Rehabilitación	0+800.04	0+822.94	22.90 m
TOTAL			822.94 m

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla N° 41: Longitud total por cada intervención.

INTERVENCIÓN	LONGITUD
Mantenimiento	120.26 m
Rehabilitación	537.47 m
Construcción	165.21 m
TOTAL	822.94 m

Fuente: Elaboración propia, 2020.

4.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Finalmente se obtuvo varios resultados del índice de condición de pavimento, siendo el máximo 81.26% correspondiente a la unidad de muestreo 5 y el mínimo 12.62% en la unidad de muestreo 39, en este último requiriendo una intervención inmediata de construcción por encontrarse con fallas de alta severidad.

Luego de realizar y analizar los cálculos respectivos se determinó un PCI promedio dando como resultado 51.42% correspondiente a un estado **regular** en funcionamiento y según la tabla de intervenciones se necesita de **rehabilitación** en la Av. La Paz desde la cuadra N°5 hasta la cuadra N° 11.

También se obtuvo porcentajes de intervenciones, donde el 67%(537.47m) necesita **rehabilitación**, ya que hay varias losas que están deteriorados por la alta severidad de las fallas y se necesita cambiarlos; el 19%(165.21m) requiere de **construcción** ya que existen grietas severas que ya no se pueden reparar, la solución sería construir nuevo pavimento y el 14%(120.26m) solo necesita de un **mantenimiento**, tales como limpieza y parches pequeños en las juntas y esquinas donde estén con descascaraminetos.

Coincidiendo con el análisis de **Ruiz (2011)**, nos menciona que falta acumular experiencia en la construcción de los mismos, lo que constituye un factor determinante, para que se produzcan deterioros severos en sus estructuras. En este sentido es necesario que los diseños y las construcciones se rijan muy al pie de la normativa vigente.

Es cierto lo que menciona **Puga (2018)**, que ya se encuentran reparaciones anteriores en el pavimento y en un estado ya deteriorado, en su mayoría parches

grandes por el alcantarillado, o también puede ser otros sistemas de conexiones subterráneas, pero lo sorprendente es que ya están con fallas severas.

Por extender la vida útil del pavimento es necesario realizar estas investigaciones para determinar las fallas más comunes y tener en cuenta en los futuros diseños de pavimentos, nos menciona **Gonzales, Ruiz y Guerrero (2018)**, Esta evaluación es una alerta para las entidades encargadas y sugiere un estudio de soluciones para su intervención superficial en corto plazo.

4.7. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Al inicio de la investigación se realizó un breve recorrido por la vía, siendo con bastante flujo vehicular y se observó diferentes tipos de fallas en el pavimento. Se planteó como hipótesis inicial que el resultado de la aplicación del método índice de condición del pavimento para el análisis superficial del estado actual del pavimento rígido en la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11 de la provincia de Cajamarca en el 2019 **es malo**, pero de acuerdo a la investigación me dio un resultado de PCI 51.42% que corresponde a un estado **regular**, no coincidiendo con lo planteado se declara una hipótesis nula.

4.8. PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

4.8.1. Mantenimiento

Ferreyra (2012), dice que es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año y que tienen el propósito de evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de preservar las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores.

4.8.2. Rehabilitación

Miranda (2010), nos da varias propuestas de intervenciones a las principales fallas para dar solución.

a. Sellado de Juntas y grietas.

- ✓ Se extrae el material del sello viejo hasta una profundidad de 2 o 3 cm.

- ✓ Utilizando una máquina limpia juntas, limpian las caras verticales de la junta y se remueven los materiales extraños de la superficie del pavimento, extendiéndose varios centímetros a cada lado de la junta.
- ✓ Se aplica un chorro de aire comprimido a la junta. Las paredes de las juntas deben imprimarse con emulsión asfáltica diluida (emulsiones del tipo CSS-1 O SS- 1), no deberá imprimarse una longitud mayor que aquella que pueda sellarse en la jornada de trabajo.
- ✓ Se inserta en el fondo de la hendidura una esponja de goma o plástico, o cinta de papel; esto se realiza para proporcionar una cara inferior no adhesiva para el sello.
- ✓ Se sella en una sola aplicación. Los bordes exteriores de las juntas transversales deben elevarse para evitar que el material de sellado escurra hacia el extremo de la losa.

b. Reparación o parche en todo el espesor de losa.

Los siete pasos principales en la ejecución de una reparación de espesor completo son:

- ✓ Aislamiento del área deteriorada, usando cortes de sierra a todo el espesor de la losa.
- ✓ Remover el pavimento deteriorado preferiblemente levantándolo por medio de cadenas de acero conectadas a pernos de levantamiento.

A veces las juntas del hormigón están tan deterioradas que hacen insegura su remoción por levantamiento. En estos casos es necesario romper el hormigón deteriorado en pequeños fragmentos que pueden ser retirados por retroexcavadoras y herramientas manuales.

- ✓ Reparación de la subbase y drene el agua lluvia si fuese necesario, si la remoción daño la subbase será necesario agregar y compactar nuevos materiales para la subbase.

Compactar por medio de compactadores vibrantes de plato pequeños que pueden maniobrase en el área confinada de reparación.

- ✓ Realizar una perforación para la colocación de barras de traspaso de cargas las cuales serán empotradas a la losa antigua mediante una lechada de cemento con un aditivo expansor. Estas barras de traspaso de cargas deben quedar espaciada a 30 cm entre sí.
- ✓ Antes de vaciar el hormigón verificar que las caras de las losas estén libres de humedad y limpias de polvo u otro material extraño; luego de esto vaciar el hormigón uniformemente para evitar en paleo excesivo para la posterior vibración, acabado y texturizado.
- ✓ Se procede después al curado y aislado de la superficie.
- ✓ Aserre y selle los perímetros de reparación.

c. Reparación de espesor parcial.

- ✓ Definir el área a remover (entre 80 a 100 mm más allá de las áreas afectada).
- ✓ Definir áreas cuadradas y rectangulares para que la remoción del concreto sea más fácil.
- ✓ Pintar los límites de remoción.
- ✓ Efectuar un corte con una sierra alrededor del perímetro del área a reparar. El corte de la sierra debe tener una profundidad mínima de 50 mm.
- ✓ La superficie se debe remover en una profundidad mínima de 40 mm con herramientas neumáticas ligeras hasta que quede expuesto el concreto sano.
- ✓ Retirar los escombros con herramientas manuales cincelado una vez que se haya utilizado las herramientas neumáticas livianas.
- ✓ Como nuestra remoción se efectúa cerca de una junta longitudinal y transversal, antes de verter el concreto se debe colocar un inserto incomprensible para evitar la adherencia entre tableros adyacentes; y entre la superficie de contacto inferior una lechada de relación 1 : 1 de agua : cemento.
- ✓ El hormigón debe colocarse y luego vibrarse, de manera que quede a nivel con el resto del pavimento. La terminación debe ser mediante un platachado

y finalizando con una textura superficial similar a la del resto, de manera que el parche se mimetice.

- ✓ Se debe proceder al curado y sellado de juntas.

d. Cepillado de la superficie.

Antes de iniciar los trabajos se requiere de señalización de seguridad para trabajos en pista.

La zona a intervenir deberá ser cepillada hasta que la superficie del pavimento a ambos de lados de una junta transversal o grieta esté en el mismo plano. La operación debe terminar en un pavimento que cumpla con una sección transversal típica. En esencia, se desea que el cepillado elimine el escalonamiento en juntas y grietas, que los conjuntos de todas las variables relacionadas con la calidad del rodado queden dentro de los límites permitidos, es decir, como máximo 6 mm. de diferencia entre losas de hormigón.

El equipo básico para este trabajo es la cepilladora. Esta es una máquina específicamente diseñada para suavizar y mejorar la textura para pavimentos de hormigón de cemento mediante estrellas diamantadas.

El equipo debe ser de un tamaño tal que permita cortar o rasar a lo menos 90 mm de ancho. Su funcionamiento exige una revisión periódica, especialmente en lo que se refiere a la circularidad de sus ruedas. Cualquier anomalía en este último sentido debe ser corregida de inmediato.

Se requiere un recipiente con agua, ya que la cepilladora requiere de esta para evitar el desgaste mayor de las estrellas, así como para humedecer la superficie y evitar que el hormigón desbastado con el viento se suspenda en el aire, provocando problemas de visibilidad para los vehículos que circulan por las vías laterales. También se necesita de escobillones y palas para retirar los restos de polvo provocados por el cepillado.

e. Ranurado de superficie

Esta actividad se refiere a 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 cuando se encuentre húmedo, mediante el suministro de canales de drenaje. En carreteras, el ranurado de pavimentos en servicio se aplica en áreas localizadas, principalmente en curvas, en tramos de descenso con una buena pendiente transversal y en superficies que se han vuelto muy pulidas. El tratamiento se debe aplicar solamente en pavimentos sanos desde el punto de vista estructural.

Procedimiento

El ranurado como operación de mantenimiento se puede hacer longitudinal o transversalmente. Aunque el ranurado transversal proporciona el canal de drenaje más directo al agua superficial, no es común en pavimentos de carreteras en servicio debido a que su ejecución es lenta y produce dificultades en el manejo del tránsito. El procedimiento de ejecución del ranurado es, esencialmente, el mismo que se emplea para el cepillado. La mayor diferencia estriba en la separación de las hojas de corte del equipo, la cual es mayor (aproximadamente 6 veces) que en el proceso de cepillado. El equipo empleado para el trabajo deberá poseer un dispositivo de control de profundidad que permita ajustar la altura del tambor para mantener la profundidad de ranura especificada. También, debe tener la capacidad de mantener el alineamiento con respecto al centro de la calzada y de elaborar las ranuras con el ancho y la separación exigidos. La principal desventaja del ranurado en sentido longitudinal es la generación de pequeños movimientos laterales (“wobble”) en los autos pequeños y motocicletas. Este efecto se puede controlar razonablemente, empleando las siguientes dimensiones típicas:

Parámetro (mm)	Valor
Ancho de ranura (mm)	3
Profundidad de la ranura (mm)	3 – 6
Distancia entre centros de ranuras consecutivas (mm)	20

Cuando la operación del equipo se realice en dirección longitudinal, comenzará en el borde exterior del pavimento y continuará 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 entre pasadas sucesivas del tambor, ni se admitirá ninguna superficie sin ranurar entre pasadas contiguas de la máquina. Si durante la operación de la máquina, algún desperfecto de ella impide la ejecución de una ranura, se permitirá que siga operando durante la jornada de trabajo y no se

ordenará al Contratista la ejecución posterior de la ranura faltante. Si el deterioro hace que no se puedan elaborar dos o más ranuras, la operación se deberá detener inmediatamente hasta que se solucione el problema. El ranurado longitudinal se deberá extender a todo el ancho de la calzada, exceptuando una franja de 75 a 150 mm que se debe dejar sin tratar al lado de cada una de las juntas paralelas a las ranuras. El equipo de ranurado deberá disponer de los medios de aspiración necesarios para remover continuamente los residuos de la operación de ranurado, antes de que lo hagan el tránsito o el viento o que ellos escurran hacia las zonas laterales o los elementos de drenaje de la carretera. (INVIAS, 2016)

f. Instalación de pasadores

Esta actividad se refiere a la restauración de la transferencia de carga a través de juntas y/o grietas transversales de los pavimentos rígidos, mediante la colocación de varillas de acero en la mitad del espesor de la losa. El trabajo comprende el aserrado de ranuras a través de la junta o grieta, la limpieza y la preparación de las cajas, la instalación de los pasadores de carga y el relleno empleando el mismo tipo de concreto usado para las reparaciones en espesor parcial. La técnica no es recomendable cuando las juntas o grietas presentan un avanzado estado de deterioro, caso en el cual resulta más adecuada una reparación en espesor total.

Materiales

Varillas de transferencia de carga (pasadores):

Deberán ser de acero liso, con una resistencia a la tracción superior a 40 kg/mm². Los diámetros y las longitudes de los pasadores deberán ser los recomendados normalmente para la construcción de un pavimento rígido nuevo del mismo espesor del existente.

Inductor de junta:

Deberá ser un material compresible, preferiblemente poliestireno expandido, con un espesor de 6 a 10 mm de acuerdo con el ancho de la junta, con perforaciones que permitan que los pasadores pasen a través de él sin holgura alguna.

Cápsulas plásticas:

De diámetro apropiado para colocar en los extremos de los pasadores, que permitan un espacio libre no menor de 6 mm entre el pasador y el extremo de la cápsula.

Soportes:

Para mantener cada varilla en posición durante la aplicación del material de relleno con una luz de, al menos, 13 mm entre el fondo del pasador y el fondo de la ranura.

Sellador:

De silicona, para el calafateo del fondo y de los lados de la ranura. También, se puede emplear un sellante monocomponente de poliuretano Tipo S, Grado P, Clase 50, Usos T, M, A, O e I (Clase 2), que satisfaga los requisitos de la norma ASTM C 920.

Puente de adherencia:

Para asegurar una adherencia monolítica entre el concreto existente y el nuevo, se deberá emplear un material epóxico cuya resistencia a la tracción sea mayor que la del concreto. Deberá cumplir los requisitos del Tipo V, Grado 2, de la norma ASTM C 881.

Material de relleno:

Cualquier concreto apto para reparaciones parciales sirve para rellenar las ranuras, con la única condición de que el tamaño máximo del agregado permita que la mezcla cubra adecuadamente el pasador. También, se puede emplear un mortero tipo grout sin contracciones (“nonshrink”) con alto tiempo de manejabilidad, que cumpla los requisitos indicados en la norma ASTM C 1107. Los documentos del proyecto establecerán el tipo de material de relleno por emplear.

Producto de curado:

Deberá ser de película líquida y cumplir la especificación ASTM C 309, tipo 2 clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

Procedimiento

Preparación de los pasadores:

Los pasadores se deberán tratar con diluyente o lijar de manera que queden libres de óxido y aristas filosas en sus cortes. Posteriormente, se deberán limpiar para dejarlos libres de polvo o de residuos del lijado. Antes de su inserción, se deberá lubricar todo su contorno con aceite u otro elemento desmoldante, para evitar que se adhieran al material de relleno.

Corte y ejecución de las ranuras:

Las áreas de corte se deberán marcar con una plantilla que incluya todas las ranuras que se van a ejecutar en una misma junta, con el fin de minimizar posibles errores en la demarcación y asegurar que queden paralelas al eje central de la calzada. Las ranuras se deberán cortar paralelamente al eje del pavimento y entre sí. La correcta alineación es decisiva en la eficacia del tratamiento, pues evita que la junta o grieta se vea inmovilizada por restricciones producidas por los pasadores cuando las losas cambien de dimensión ante las variaciones diarias de temperatura.

La ranura se puede realizar formando primero sus bordes mediante aserrado y, luego, aserrar en el interior para completar la demolición o, alternativamente, realizar solamente el aserrado de los bordes y luego demoler el espacio entre ellos empleando un taladro o herramienta manual. Se recomienda realizar el aserrado empleando una máquina cortadora en cuyo eje se puedan instalar dos sierras paralelas entre sí. El ancho de cada ranura deberá ser, al menos, 20 mm mayor que el diámetro del pasador y su profundidad un poco mayor que la mitad del espesor del pavimento, de manera que el pasador quede ubicado en el eje neutro. Su longitud será de 800 mm, distribuidos simétricamente a uno y otro lado de la junta o grieta. Se deben hacer tres ranuras por cada huella de tránsito. La distancia transversal entre el borde del pavimento y el eje de la primera ranura será de 300 mm y desde el eje de la calzada la distancia al centro de la ranura más cercana será de 600 mm. Las demás ranuras deberán estar separadas 300 entre sus centros.

Limpieza y preparación de las ranuras:

Las ranuras se deberán encontrar totalmente limpias antes de la inserción de los pasadores, con fin de lograr que el concreto de relleno se adhiera perfectamente al existente, garantizando el buen funcionamiento de la reparación. Todas las

superficies de las paredes de las ranuras se deberán someter a un chorro de arena a presión, para eliminar cualquier vestigio de la lechada resultante del corte, así como toda partícula suelta o mal adherida y cualquier otro residuo. En seguida, se hará una segunda limpieza con aire a presión. Toda grieta o junta que cruce la ranura se deberá someter a un calafateo cuidadoso a lo largo del fondo y de los lados de la ranura con el fin de prevenir que el concreto de relleno ingrese en la junta o grieta, impidiendo que posteriormente ésta se expanda y contraiga libremente, generando desportilladuras. Se aplicará el puente de adherencia sobre toda la superficie de la ranura, con una brocha o un cepillo de cerdas resistentes y firmes.

Colocación de los pasadores:

Antes de su inserción, se colocará en el centro de cada pasador un inductor de junta compresible y se lubricará todo su contorno con aceite u otro elemento desmoldante para evitar que se adhiera al material de relleno. Además, se le pondrá en cada extremo una cápsula plástica dejando un espacio libre de al menos de 6 mm entre el pasador y el extremo de la cápsula, todo ello con el fin de brindar libertad de movimiento a las losas. Se colocará el pasador sobre dos soportes con el fin de que mantenga su posición durante la aplicación del material de relleno y, por último, se deberá ajustar el inductor de junta en el centro del pasador. Cada pasador se deberá centrar horizontalmente en la ranura, verificándose que quede paralelo al eje del pavimento y con una alineación vertical correcta en el centro del espesor de la losa, con una luz de, al menos, 13 mm entre el fondo del pasador y el de la ranura. Si el pasador, los soportes y la ranura se han diseñado y construido apropiadamente, el sistema deberá ajustar perfectamente dentro de la ranura, lo que ayuda a contener cualquier movimiento del pasador durante las operaciones de relleno.

Relleno y curado:

Cualquier concreto apto para reparaciones parciales sirve para rellenar las ranuras, siempre que el tamaño máximo del agregado permita que la mezcla cubra adecuadamente el pasador. Siempre que se utilicen materiales premezclados de rápida resistencia inicial, se deberán atender las recomendaciones de su fabricante. El concreto no deberá lanzar sobre la ranura, sino colocar sobre una superficie

limpia junto a ella e introducirlo luego de manera cuidadosa a ambos lados de la junta, con el fin de mantener al inductor de la junta perfectamente alineado con ésta. El concreto fresco se deberá compactar para eliminar cualquier vacío y asegurar el cubrimiento completo del pasador, empleando un vibrador de aguja con diámetro inferior a 25 mm. Se deberá tener cuidado de que el vibrador no toque el pasador para prevenir que éste pierda su alineación. Tampoco se deberá vibrar excesivamente, para evitar que los finos y el agua migren a la superficie del relleno, debilitándola. Si se emplea el mortero tipo grout sin contracciones (“nonshrink”) con alto tiempo de manejabilidad para el relleno de las ranuras, éste se deberá mezclar de acuerdo con las instrucciones del fabricante e insertar dentro de las ranuras, asegurándose de que ocupe todo el espacio y quede completamente confinado. Se deberá evitar que los pasadores sufran movimientos antes de que el grout alcance el fraguado final. Dada su alta fluidez, este producto no requiere vibrado para su compactación. Como en toda obra de concreto, se deberá proceder al curado mediante la aplicación de una membrana en el menor tiempo posible. Aunque el acabado de la ranura no es crítico, se deberá efectuar un trabajo de terminación prolijo y un texturizado similar al de las losas circundantes. (INVIAS, 2016)

4.8.3. Construcción

En este caso se realizará la demolición de las losas falladas para hacer nueva construcción del pavimento desde la base y sub base, considerando los parámetros de un nuevo diseño.

5. CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo al método de aplicación del índice de condición del pavimento se determinó que las fallas más resaltantes que se identificaron en la Av. La Paz desde la cuadra N° 05 hasta la cuadra N° 11, ubicada en la ciudad de Cajamarca, que el 41% de fallas son de pulimiento de agregados, el 25% corresponde a parche grande deteriorado y el 9% se trató de grietas en losa dividida y el resto de porcentajes corresponden a grietas longitudinales y transversales, descascaramiento de esquina y junta, grietas de retracción, grietas de esquina, desintegración y agujeros, identificando en el estudio un total 10 tipos de fallas y se clasificó según su severidad de acuerdo al manual de fallas.

- ✓ Se analizó los resultados siguiendo los procedimientos de cálculos para determinar el índice de condición del pavimento, donde dio un resultado promedio de 51.42% que corresponde a un pavimento en estado regular en su funcionamiento, pero es necesario hacer intervenciones de rehabilitación en tramo de la Av. La Paz desde la cuadra N°05 hasta la cuadra N° 11.

- ✓ Luego de identificar las fallas y clasificarlos según su severidad para cada unidad de muestreo y se determinó su índice de condición de pavimento para determinar su estado en el que se encuentra dicho tramo de pavimento, en la cual el 38% está en estado bueno, el 19% en estado malo, el 15% en estado muy malo, 14% en estado regular y el otro 14% en estado muy bueno. Para el caso de las intervenciones se determinó que el 67% el pavimento requiere de rehabilitación, el 19% es necesario un pavimento nuevo, en cambio el 14% solo se requiere de mantenimiento, estos datos son determinantes en la toma de decisiones para las entidades competentes encargadas de realizar estas intervenciones en la Av. La Paz desde la cuadra N° 05 hasta la cuadra N° 11 de la ciudad de Cajamarca.

5.2. RECOMENDACIONES.

- ✓ Al aplicar la metodología propuesta por la ASTM para analizar el estado de conservación del pavimento rígido, resulta una herramienta muy útil y eficiente, por este motivo se recomienda la metodología PCI (D6433) para el diagnóstico de la infraestructura urbana como la realizada en este trabajo, para una mejor gestión en trabajos de obras viales, luego de determinar el trabajo a realizar como acción de rehabilitación o mantenimiento.
- ✓ Se recomienda a la municipalidad provincial de Cajamarca, realizar el mantenimiento rutinario de la avenida la paz de la cuadra 05 a la cuadra 11, con el fin de mejorar el estado de conservación del pavimento, ya que es una vía de descongestionamiento vehicular, de lo contrario se ocasionaría un daño mayor provocando la demolición y nueva construcción.
- ✓ Se recomienda priorizar tratamiento inmediato a las fallas con mayor grado de severidad, ya que están propensas a que el pavimento colapse.
- ✓ Se recomienda realizar una previa capacitación al equipo técnico sobre identificación de fallas más comunes y sus severidades en los pavimentos rígidos, apoyado con el manual del índice de condición del pavimento para posteriores investigaciones.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AASHTO, 1993. Capítulo I: Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos. V.1, p. 1-10.

ASTM D5340, 2005, índice de condición de pavimentos en aeropuertos.

Asenjo, D. 2017. Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida mariscal castilla, mediante la metodología del PCI – Jaén 2016. Tesis. Jaén – Perú. Universidad nacional de Cajamarca.

Bernaola, R. 2014. Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la Av. Huancavelica. Distrito Chilca, Huancayo. Tesis. Huancayo – Perú. Universidad nacional del centro del Perú.

Castope, L. 2019. evaluación del estado actual del pavimento rígido en el jirón yahuar huaca del distrito de los baños del inca- Cajamarca 2018. Tesis. Cajamarca – Perú. Universidad nacional de Cajamarca.

Ferreyra, J. 2012. Actividades de mantenimiento rutinario y periódico en una carretera del Perú. Tesis. Lima. Universidad de piura.

Gonzales, Ruiz y Guerrero. 2018. Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI). Artículo. Cuba. Centro de información y gestión tecnológica de Santiago de Cuba.

Granda, C. 2019. Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca – Yanacancha –b Pasco – 2018. Tesis. Pasco – Perú. Universidad nacional Daniel Alcides Carrión.

INVIAS, 2016. Manual de mantenimiento de carreteras – especificaciones generales de mantenimiento de carreteras. Manual. Colombia. Instituto nacional de vías.

- Menéndez J. Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas – Manual técnico, Lima – Perú; 2003.
- Miranda, R. 2010. Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis. Valdivia – Chile. Universidad austral de Chile.
- Montejo F, A. 2002. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Libro. Colombia. Universidad Católica de Colombia.
- Morales O, JP. 2004. Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Tesis. Perú. Universidad de Piura.
- Nuñez, Y. 2018. Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida todos los santos de la ciudad de Chota. Tesis. Cajamarca – Perú. Universidad nacional de Cajamarca.
- Puga, C. 2018. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). Tesis. Ecuador – Cuenca. Universidad de Cuenca.
- Perera, A. 2019. Pavimentos flexibles y pavimento rígidos. Publicación. Barcelona – España. UNIFORT.
- Robles B, R. 2015. Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco – Suco – Lima. Tesis. Perú. Universidad Ricardo Palma.
- Ruiz, C. 2011. Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. Tesis. Sangolquí. Escuela Politécnica del Ejército.
- Sánchez R, J. 2017. Evaluación del estado del pavimento de la Av. Ramón Castilla, Chulucanas, mediante el método PCI. Tesis. Perú – Piura. Universidad de Piura.

Vásquez V, LR. 2002. Paviment Condition Index (PCI). Para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manual. Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

(1) , (2) Fotografías propias

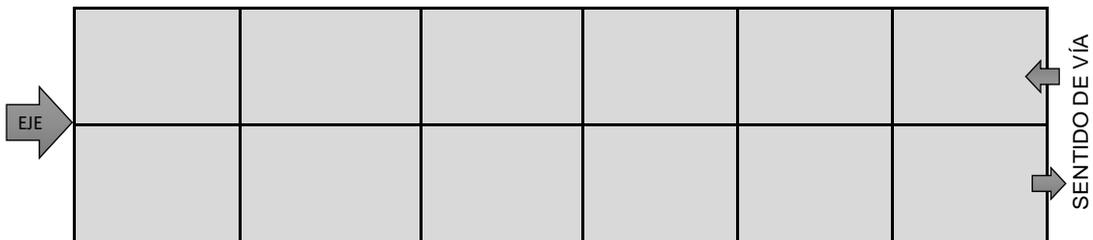
7. ANEXOS

7.1. (Anexo 1) Hoja con formato para registro de fallas en el pavimento

HOJA PARA INSPECCIÓN DE LA CONDICIÓN DE PAVIMENTO POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-)

Nombre de Vía:	Av. LA PAZ	N°	TIPO DE FALLA COMUNES
Unidad de Muestreo:	UM-	1	Grietas Longitudinales.
Número de Losas:	12	13	Escala
Progresiva	0+00.00 - 0+000	2	Grietas Transversales y/o Diaç
Fecha		14	Desnivel Carril / Berma
Inspector:	Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango	3	Grietas de Esquina.
		15	Hundimiento (Punzamiento)
		4	Grietas de durabilidad "D".
		16	Exudación y Bombeo.
		5	Grietas en Bloque losa dividida
		17	Parche Pequeño Deteriorad
		6	Deterioro de sello.
		18	Parche Grande Deteriorad
		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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
-------	----------	--------------	----------------

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

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):
Valor deducido más alto (HDV):
Núm. Admisibles deducidos (mi):

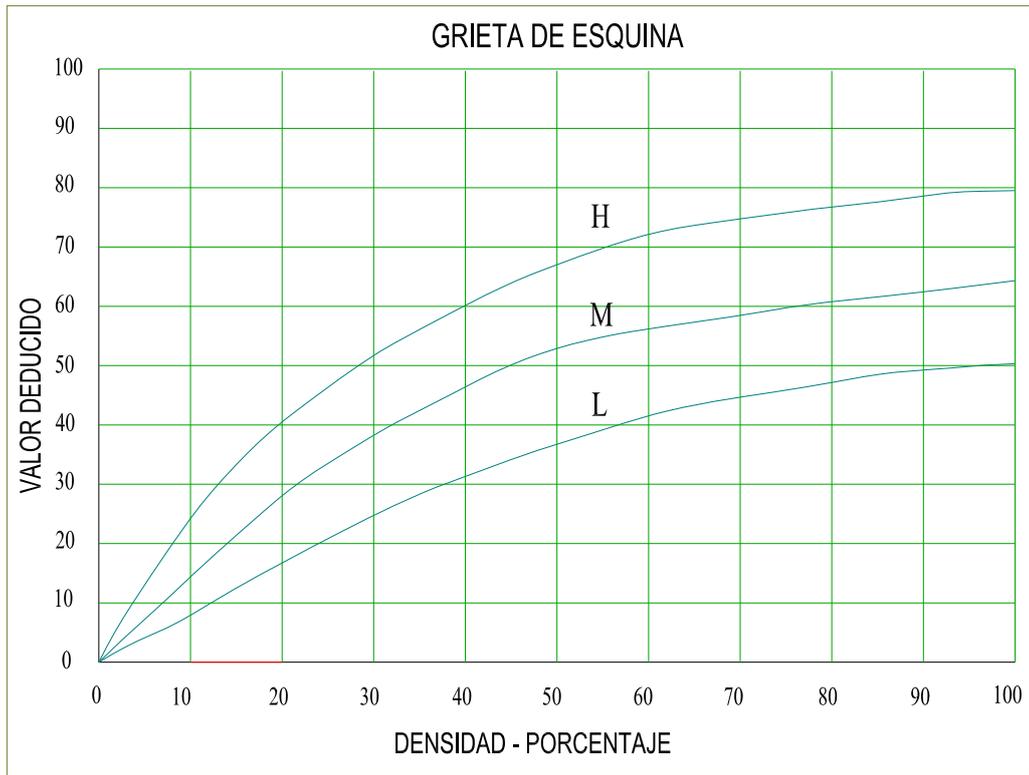
Tabla de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

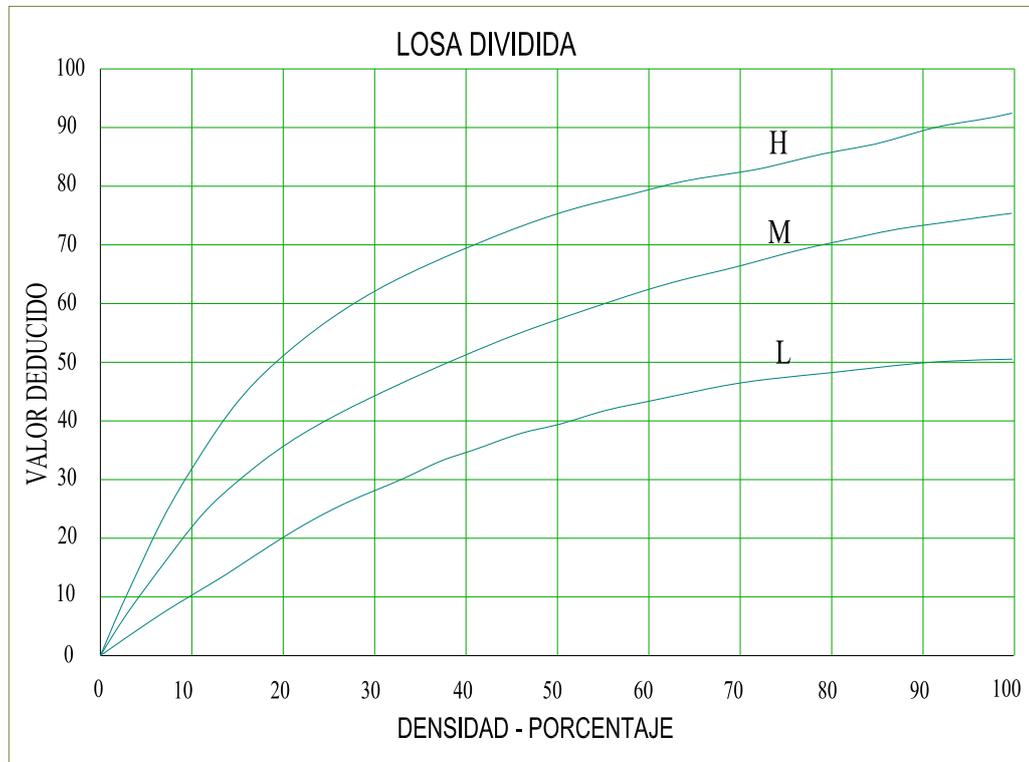
#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00		
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00		
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00		
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00		
6	0.00	0.00	2.00	2	2.00	2.00	2.00	2.00		
....	0.00	0.00	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		

CDV max PCI CALIFICACIÓN

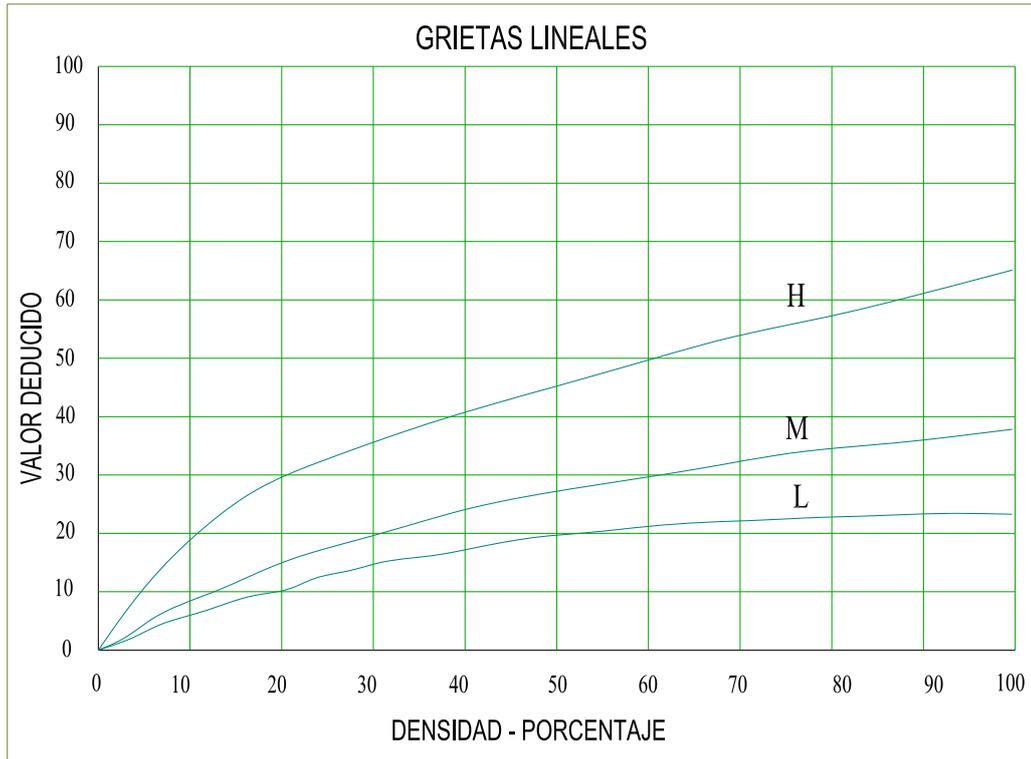
7.2. (Anexo 2) Valores deducidos para las fallas encontradas en el pavimento



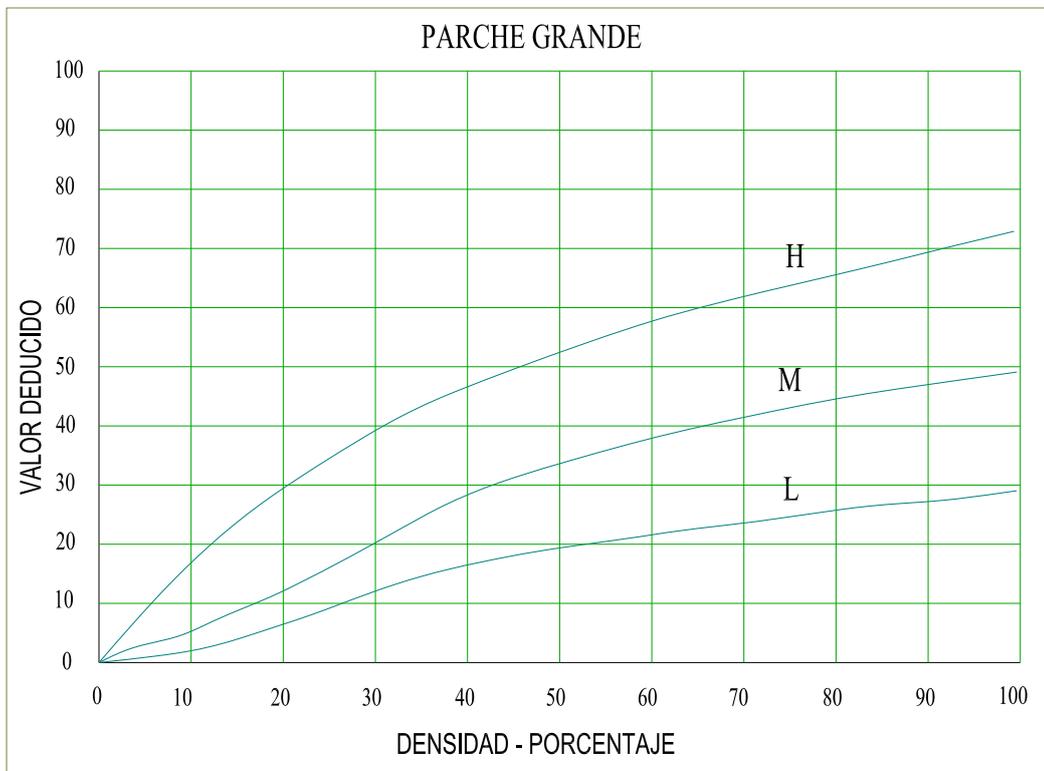
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



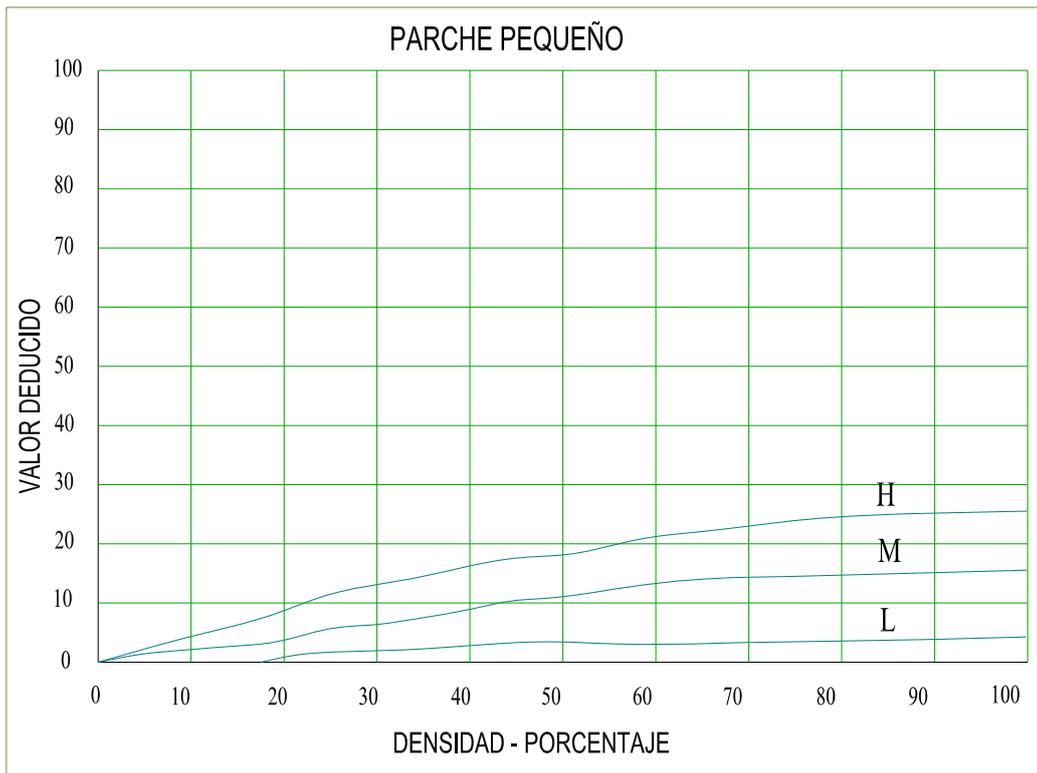
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



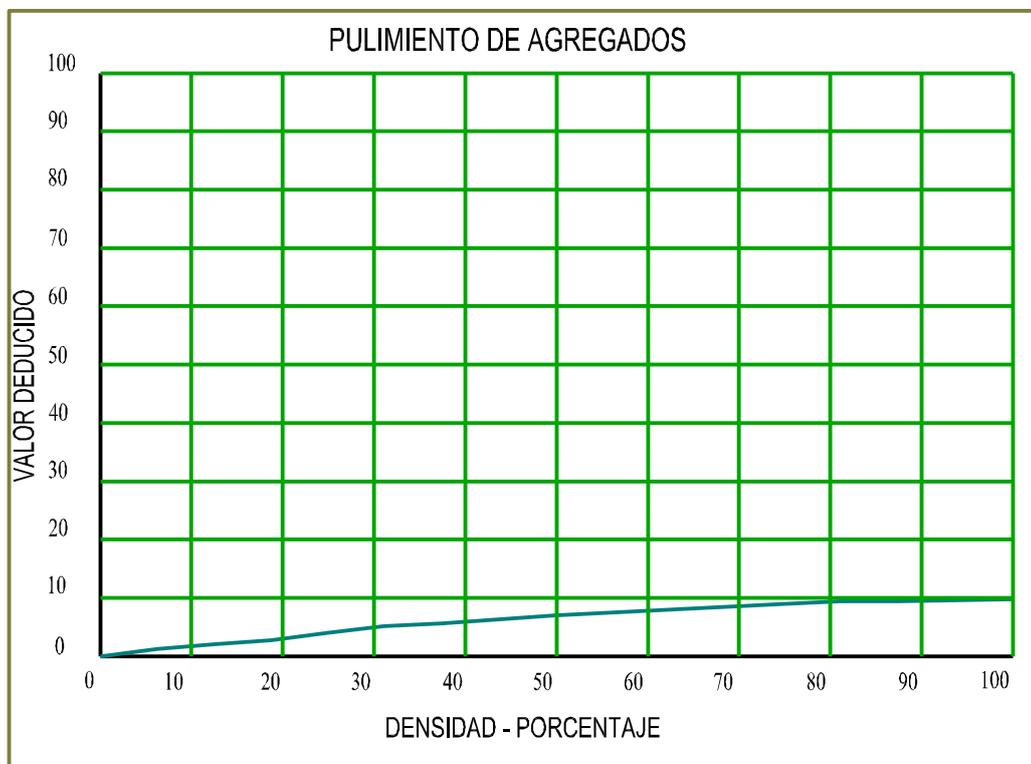
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



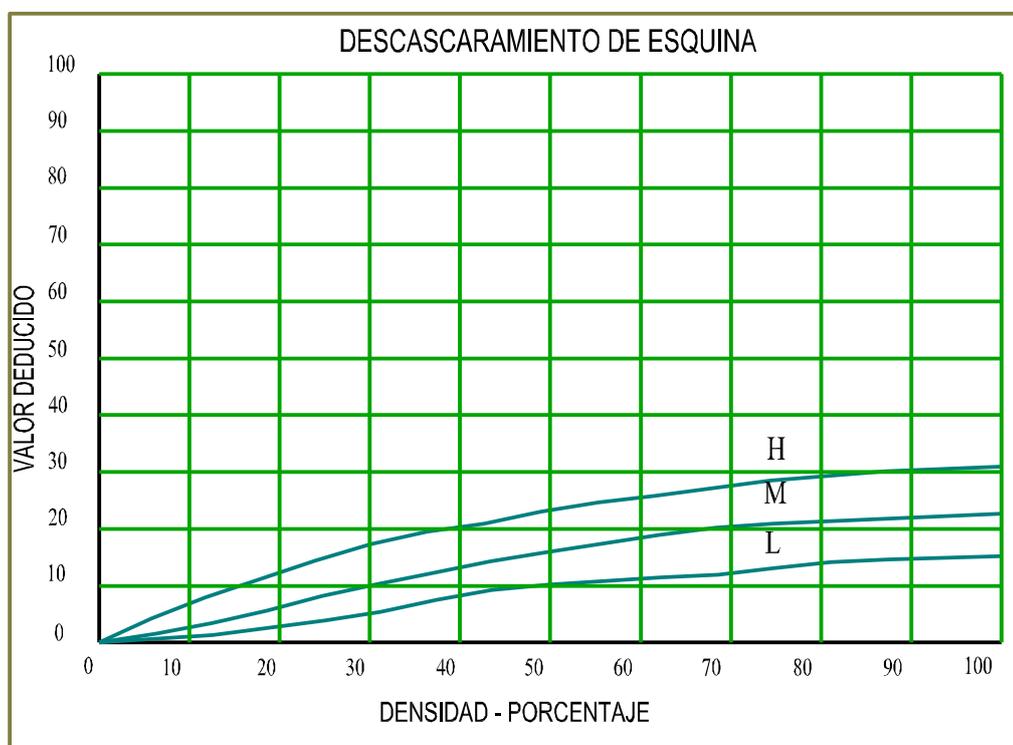
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



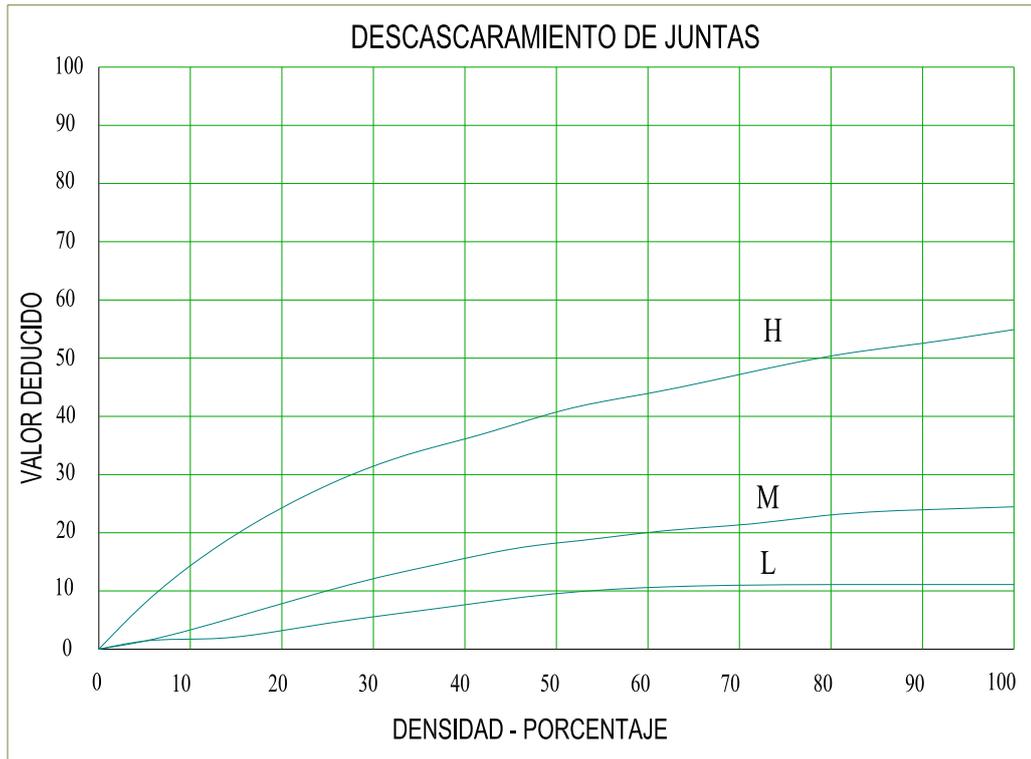
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



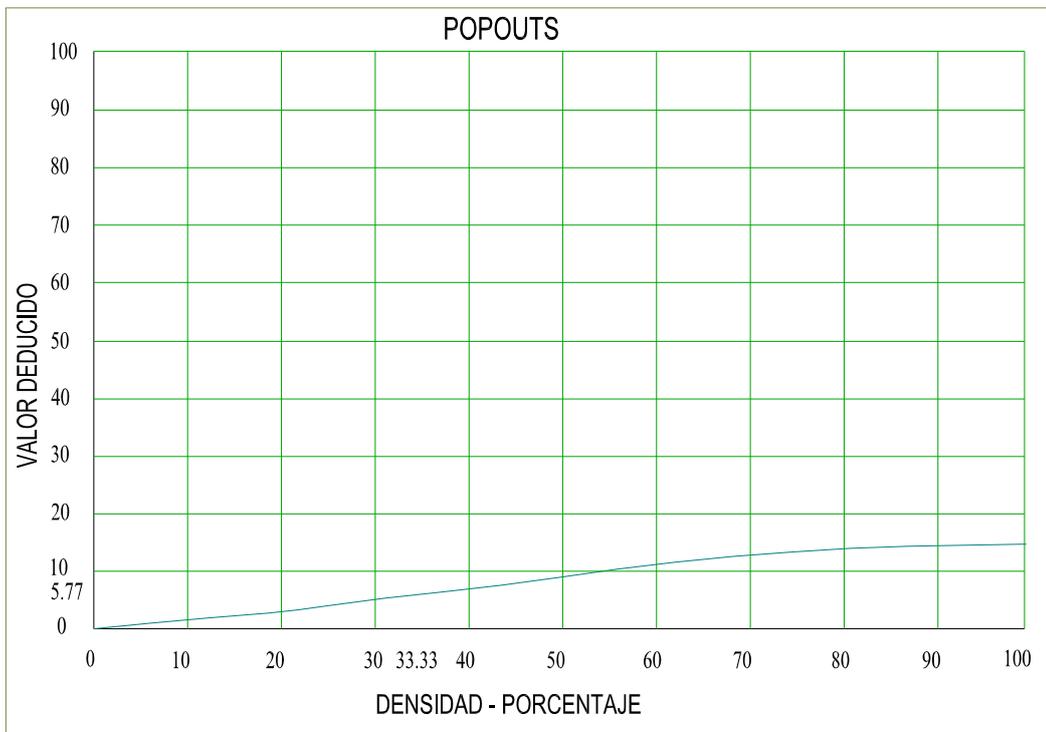
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



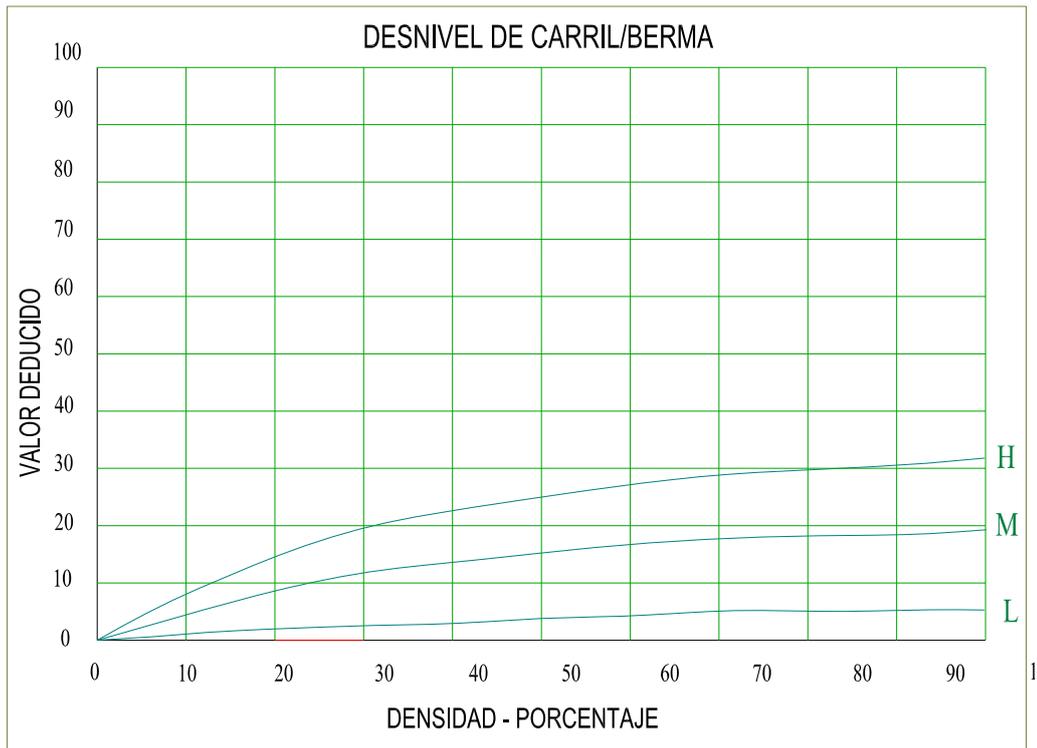
Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.

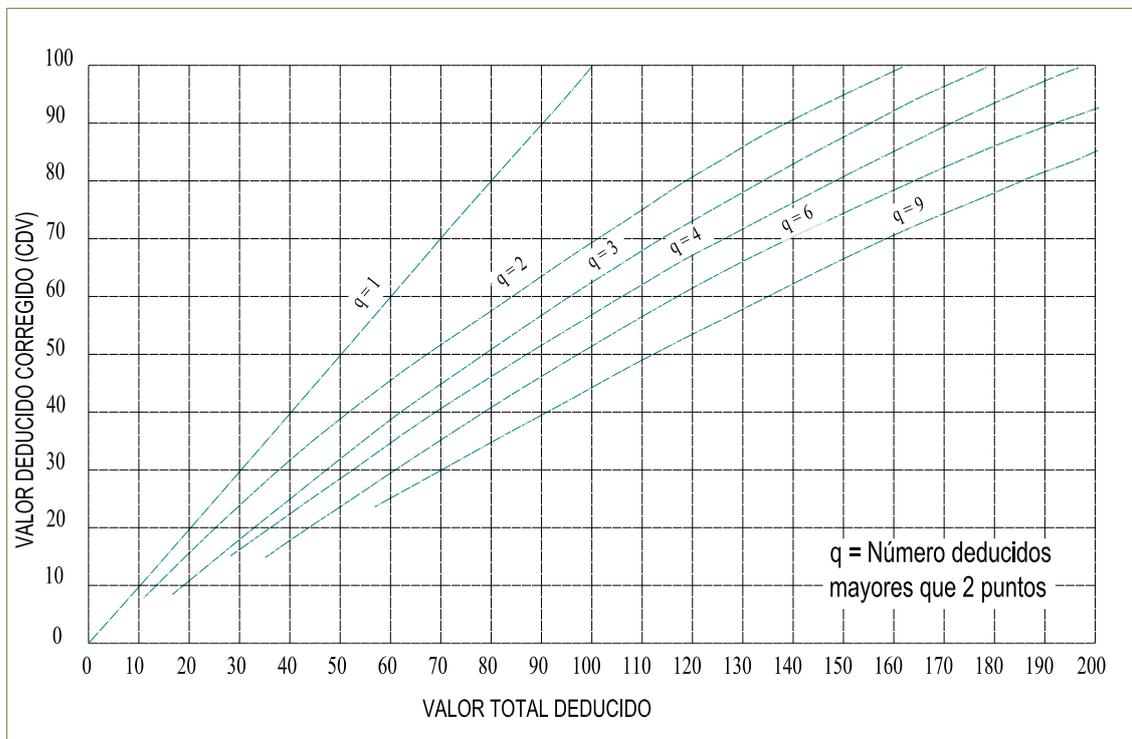


Fuente: Recuperado de Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.



Fuente: Recuperado de *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.*

7.3. (Anexo 3) Gráfico para hallar el valor deducido corregido



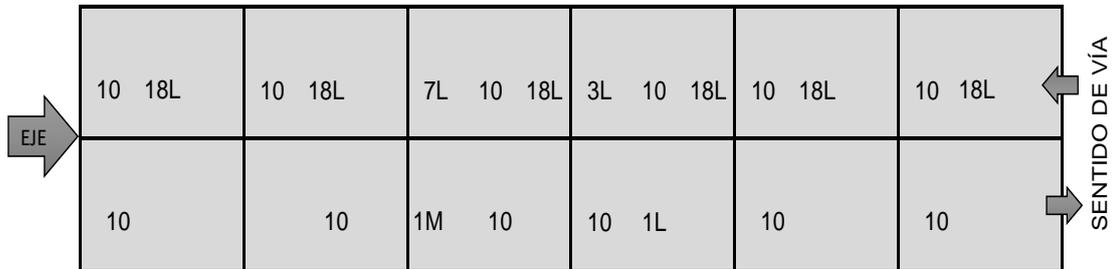
Fuente: Recuperado de *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos de concreto en carreteras.*

7.4. (Anexo 4) Hojas de unidades de muestreo

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-01)

Nombre de Vía:	Av. LA PAZ	N°	TIPO DE FALLA COMUNES
Unidad de Muestreo:	UM-01	1	Grietas Longitudinales. 13 Escala
Número de Losas:	12	2	Grietas Transversales y/o Diagona 14 Desnivel Carril / Berma
Progresiva	0+000.00 - 0+020.78	3	Grietas de Esquina. 15 Hundimiento (Punzamiento).
Fecha	09/11/2020	4	Grietas de durabilidad "D". 16 Exudación y Bombeo.
Inspector:	Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango	5	Grietas en Bloque. losa dividida 17 Parche Pequeño Deteriorado.
		6	Deterioro de sello. 18 Parche Grande Deteriorado.
		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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38

Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Númmeros deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	19.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.40

Rando de calificación del PC

RANGO CALIFICACIÓN

100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	19.38	10.00	7.38	6.43	5.23	48.4	5	25.13
2	19.38	10.00	7.38	6.43	2.00	45.2	4	25.61
3	19.38	10.00	7.38	2.00	2.00	40.8	3	25.56
4	19.38	10.00	2.00	2.00	2.00	35.4	2	28.19
5	19.38	2.00	2.00	2.00	2.00	27.4	1	27.12

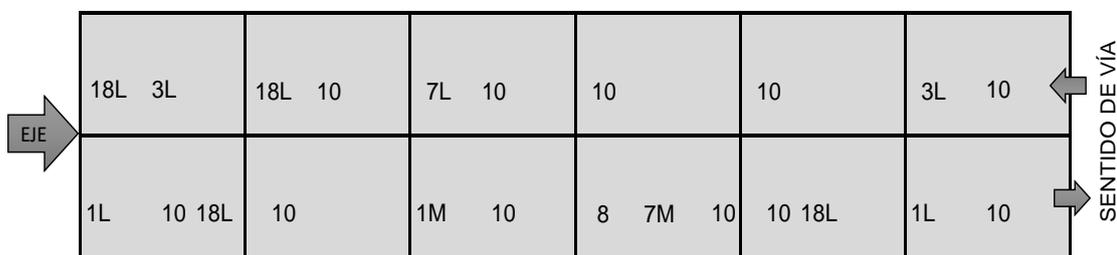
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
28.19	71.81	MUY BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-03)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-03
Número de Losas: 12
Progresiva 0+040.49 - 0+060.27
Fecha 09/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales. 13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona 14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina. 15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D". 16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida 17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello. 18 Parche Grande Deteriorado.
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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83

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

CÁLCULO DEL PCI	
Númmeros deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	13.8
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.91

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	13.83	10.00	9.20	6.43	2.64	42.1	5	21.14
2	13.83	10.00	9.20	6.43	2.00	41.5	4	23.34
3	13.83	10.00	9.20	2.00	2.00	37.0	3	22.85
4	13.83	10.00	2.00	2.00	2.00	29.8	2	23.69
5	13.83	2.00	2.00	2.00	2.00	21.8	1	21.47

Rango de calificación del PC	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

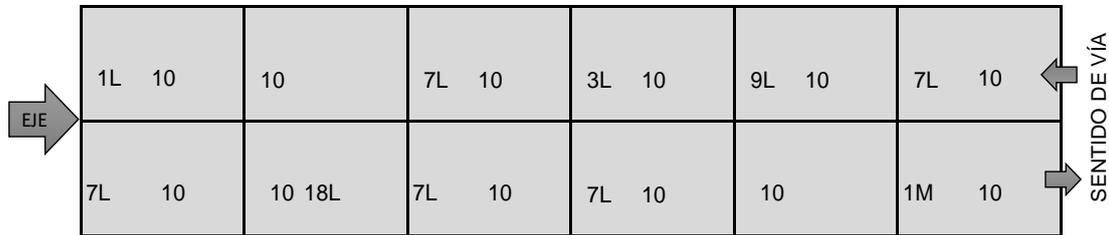
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
23.69	76.31	MUY MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-05)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-05
Número de Losas: 12
Progresiva 0+080.28 - 0+100.29
Fecha 09/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	5	41.67%	7.83
10	12	100.00%	10.00
18L	1	8.33%	1.22

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

CÁLCULO DEL PCI	
Númmeros deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	10.0
Núm. Admisibles deducidos (mi):	9.27

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	10.00	7.83	7.38	6.43	5.23	36.9	5	18.38
2	10.00	7.83	7.38	6.43	2.00	33.6	4	18.36
3	10.00	7.83	7.38	2.00	2.00	29.2	3	17.55
4	10.00	7.83	2.00	2.00	2.00	23.8	2	18.74
5	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	18.0	1	17.64

Rango de calificación del PC	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
18.74	81.26	MUY MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-07)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-07
Número de Losas: 12
Progresiva 0+120.26 - 0+139.97
Fecha 09/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
1M	3	25.00%	17.48
2M	2	16.67%	9.20
5L	2	16.67%	16.73
8	1	8.33%	0.00
9M	4	33.33%	11.06
10	3	25.00%	3.91
18L	6	50.00%	19.38

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

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	19.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.40

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	
1	19.38	17.48	16.73	11.06	9.20	9.20	3.91	87.0	7	40.76
2	19.38	17.48	16.73	11.06	9.20	9.20	2.00	85.1	6	43.54
3	19.38	17.48	16.73	11.06	9.20	2.00	2.00	77.9	5	42.00
4	19.38	17.48	16.73	11.06	2.00	2.00	2.00	70.7	4	41.17
5	19.38	17.48	16.73	2	2.00	2.00	2.00	61.6	3	39.43
6	19.38	17.48	2.00	2	2.00	2.00	2.00	46.9	2	36.7
7	19.38	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.4	1	31.1

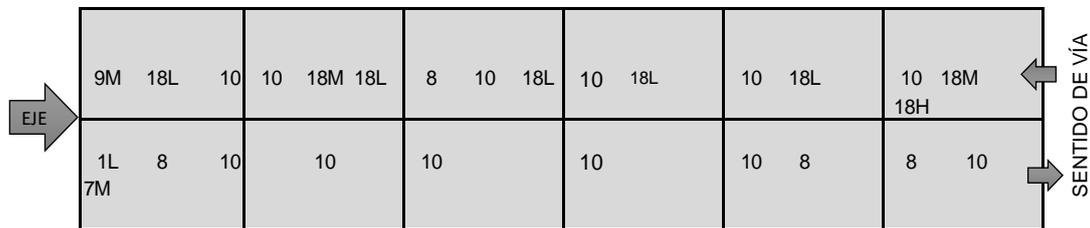
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
43.54	56.46	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-09)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-09
Número de Losas: 12
Progresiva 0+159.03 - 0+178.94
Fecha 09/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES
1		Grietas Longitudinales.
2		Grietas Transversales y/o Diagona
3		Grietas de Esquina.
4		Grietas de durabilidad "D".
5		Grietas en Bloque. losa dividida
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.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	4	33.33%	46.76
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	5	41.67%	17.04
18M	1	8.33%	4.37
18H	1	8.33%	14.50

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	46.8
Núm. Admisibles deducidos (mi):	5.89

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	46.76	17.04	14.50	10.00	5.23	4.37	2.64	2.61	5.58	108.7	8	52.10
2	46.76	17.04	14.50	10	5.23	4.37	2.64	2.00	2.00	104.5	7	51.50
3	46.76	17.04	14.50	10	5.23	4.37	2.00	2.00	2.00	103.9	6	53.80
4	46.76	17.04	14.50	10	5.23	2.00	2.00	2.00	2.00	101.5	5	55.00
5	46.76	17.04	14.50	10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	98.3	4	56.00
6	46.76	17.04	14.50	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	90.3	3	57.1
7	46.76	17.04	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	77.8	2	56.0
8	46.76	2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	62.8	1	62.8

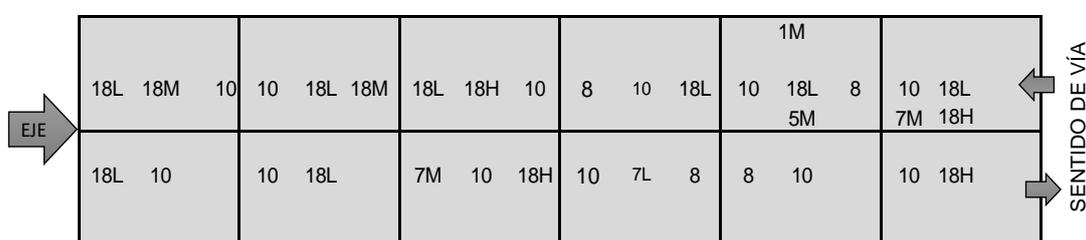
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
62.80	37.20	MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-11)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-11
Número de Losas: 12
Progresiva 0+199.95 - 0+219.92
Fecha 10/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berna
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	46.8
Núm. Admisibles deducidos (mi):	5.89

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	8.33%	7.38
5M	1	8.33%	18.60
7L	1	8.33%	1.69
7M	2	16.67%	6.27
8	4	33.33%	46.76
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97
18M	2	16.67%	9.78
18H	4	33.33%	42.09

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	46.76	42.09	22.97	18.60	10.00	9.78	7.38	6.27	163.9	8	74.43
2	46.76	42.09	22.97	18.60	10.00	9.78	7.38	2.00	159.6	7	75.50
3	46.76	42.09	22.97	18.60	10.00	9.78	2.00	2.00	154.2	6	76.15
4	46.76	42.09	22.97	18.60	10.00	2.00	2.00	2.00	146.4	5	75.74
5	46.76	42.09	22.97	18.60	2.00	2.00	2.00	2.00	138.4	4	75.63
6	46.76	42.09	22.97	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	121.8	3	73.8
7	46.76	42.09	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	100.9	2	70.0
8	46.76	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	60.8	1	60.8

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
76.15	23.85	MUJ MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-13)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-13
Número de Losas: 12
Progresiva 0+240.13 - 0+259.80
Fecha 10/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES
1		Grietas Longitudinales. 13 Escala
2		Grietas Transversales y/o Diagona 14 Desnivel Carril / Berma
3		Grietas de Esquina. 15 Hundimiento (Punzamiento).
4		Grietas de durabilidad "D". 16 Exudación y Bombeo.
5		Grietas en Bloque. losa dividida 17 Parche Pequeño Deteriorado.
6		Deterioro de sello. 18 Parche Grande Deteriorado.
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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	25.7
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.82

Rango de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
1H	1	8.33%	16.45
2H	1	8.33%	16.45
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	2	16.67%	9.78
18H	2	16.67%	25.70

#	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV
1	25.70	16.45	16.45	10.00	9.78	7.38	5.23	4.90	2.64	98.5	9	43.60
2	25.70	16.45	16.45	10.00	9.78	7.38	5.23	4.90	2.00	97.9	8	45.00
3	25.70	16.45	16.45	10.00	9.78	7.38	5.23	2.00	2.00	95.0	7	46.00
4	25.70	16.45	16.45	10.00	9.78	7.38	2.00	2.00	2.00	91.8	6	47.10
5	25.70	16.45	16.45	10.00	9.78	2.00	2.00	2.00	2.00	86.4	5	47.34
6	25.70	16.45	16.45	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	78.6	4	45.45
7	25.70	16.45	16.45	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	70.6	3	45.30
8	25.70	16.45	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	56.2	2	43.30
9	25.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	41.7	1	41.26

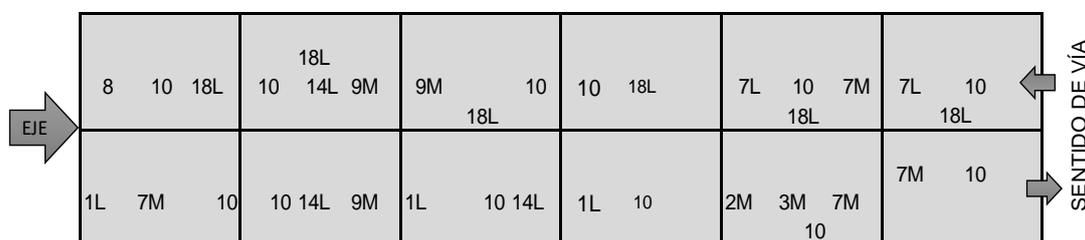
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
47.34	52.66	REGULAR

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-15)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-15
Número de Losas: 12
Progresiva 0+279.58 - 0+299.36
Fecha 10/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	19.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.40

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	25.00%	12.87
2M	1	8.33%	7.38
3M	1	8.33%	11.93
7L	2	16.67%	2.38
7M	4	33.33%	13.37
8	1	8.33%	0.00
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	6	50.00%	19.38

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	19.38	13.37	12.87	11.93	10.00	8.29	7.38	2.38	85.6	8	39.00
2	19.38	13.37	12.87	11.93	10.00	8.29	7.38	2.00	85.2	7	40.88
3	19.38	13.37	12.87	11.93	10.00	8.29	2.00	2.00	79.8	6	40.58
4	19.38	13.37	12.87	11.93	10.00	2.00	2.00	2.00	73.6	5	39.71
5	19.38	13.37	12.87	11.93	2.00	2.00	2.00	2.00	65.6	4	37.80
6	19.38	13.37	12.87	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	55.6	3	35.39
7	19.38	13.37	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.8	2	35.11
8	19.38	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.4	1	34.10

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.88	59.12	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-17)

Nombre de Vía: Jr. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-17
Número de Losas: 12
Progresiva 0+318.75 - 0+338.76
Fecha 10/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berna
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	3	25.00%	0.40
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00
11M	2	16.67%	2.51
18L	6	50.00%	19.38
18M	1	8.33%	9.78

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	19.38
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.40

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	19.38	10.00	9.78	8.29	5.23	2.64	2.51	57.8	7	26.30
2	19.38	10.00	9.78	8.29	5.23	2.64	2.00	57.3	6	27.74
3	19.38	10.00	9.78	8.29	5.23	2.00	2.00	56.7	5	30.00
4	19.38	10.00	9.78	8.29	2.00	2.00	2.00	53.5	4	30.56
5	19.38	10.00	9.78	2.00	2.00	2.00	2.00	47.2	3	29.92
6	19.38	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	39.4	2	31.32
7	19.38	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	31.4	1	31.10

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
31.32	68.68	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-19)

VÍA	Av. LA PAZ	N°	TIPO DE FALLA COMUNES
Unidad de Muestreo:	UM-19	1	Grietas Longitudinales.
LOSAS:	12	13	Escala
PROGRESIVA	0+358.37 - 0+378.61	2	Grietas Transversales y/o Diagona
Fecha	10/11/2020	3	Grietas de Esquina.
Inspector:	Bach. Richard Chuquimango Bustamante	4	Grietas de durabilidad "D".
		5	Grietas en Bloque. losa dividida
		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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
11M	4	33.33%	5.77
18L	11	91.67%	27.42
18M	1	8.33%	4.77

NIVEL DE SEVERIDAD

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	27.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.67

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	27.42	10.00	5.77	4.77	2.61	50.6	5	26.00
2	27.42	10.00	5.77	4.77	2.00	50.0	4	28.46
3	27.42	10.00	5.77	2.00	2.00	47.2	3	29.90
4	27.42	10.00	2.00	2.00	2.00	43.4	2	34.14
5	27.42	2.00	2.00	2.00	2.00	35.4	1	35.05

Rango de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

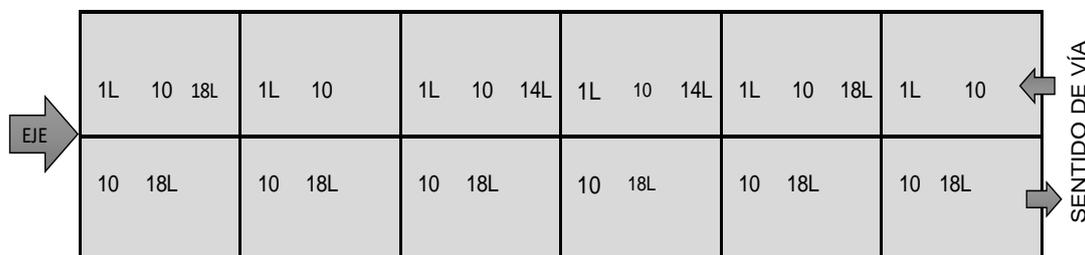
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
35.05	64.95	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-21)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-21
Número de Losas: 12
Progresiva 0+398.83 - 0+418.84
Fecha 11/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales. 13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona 14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina. 15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D". 16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida 17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello. 18 Parche Grande Deteriorado.
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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	4
Valor deducido más alto (HDV):	23.0
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.07

Rango de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	6	50.00%	19.70
5L	1	8.33%	8.75
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	22.97	19.70	10.00	8.75	61.4	4	35.10
2	22.97	19.70	10.00	2.00	54.7	3	35.05
3	22.97	19.70	2.00	2.00	46.7	2	36.40
4	22.97	2.00	2.00	2.00	29.0	1	28.67

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
36.40	63.60	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-23)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-23
Número de Losas: 12
Progresiva 0+438.48 - 0+458.80
Fecha 11/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
3L	1	8.33%	6.43
7L	3	25.00%	4.45
8	4	33.33%	1.51
9M	1	8.33%	2.61
10	11	91.67%	9.40
18L	9	75.00%	24.65
18M	3	25.00%	16.04

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	24.7
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.92

Rando de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	24.65	16.04	9.40	6.43	5.23	4.45	2.61	68.8	7	32.64
2	24.65	16.04	9.40	6.43	5.23	4.45	2.00	68.2	6	34.20
3	24.65	16.04	9.40	6.43	5.23	2.00	2.00	65.8	5	35.18
4	24.65	16.04	9.40	6.43	2.00	2.00	2.00	62.5	4	36.28
5	24.65	16.04	9.40	2.00	2.00	2.00	2.00	58.1	3	37.55
6	24.65	16.04	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	50.7	2	39.31
7	24.65	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	36.7	1	36.43

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
39.31	60.69	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-25)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-25
Número de Losas: 12
Progresiva 0+478.49 - 0+499.37
Fecha 11/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13	Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14	Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15	Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16	Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17	Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18	Parche Grande Deteriorado.
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)		

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	6	50.00%	57.27
9L	2	16.67%	1.98
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	57.3
Núm. Admisibles deducidos (mi):	4.92

Rango de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	57.27	13.83	11.93	10.00	8.75	7.38	6.43	115.6	7	56.44
2	57.27	13.83	11.93	10.00	8.75	7.38	2.00	111.2	6	57.13
3	57.27	13.83	11.93	10.00	8.75	2.00	2.00	105.8	5	57.36
4	57.27	13.83	11.93	10.00	2.00	2.00	2.00	99.0	4	56.25
5	57.27	13.83	11.93	2.00	2.00	2.00	2.00	91.0	3	57.32
6	57.27	13.83	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	81.1	2	58.13
7	57.27	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	69.3	1	69.50

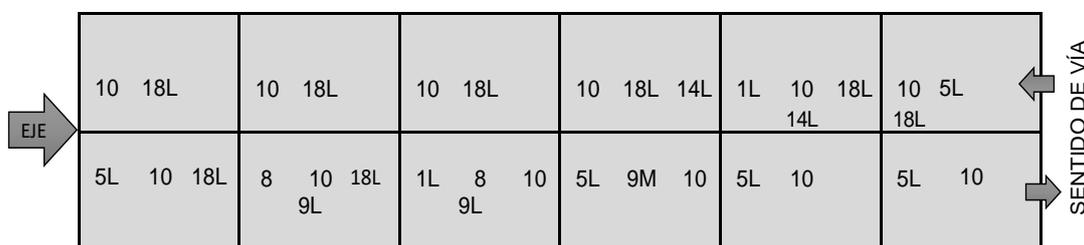
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
69.50	30.50	MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-27)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-27
Número de Losas: 12
Progresiva 0+519.09 - 0+538.89
Fecha 11/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
5L	5	41.67%	35.44
8	2	16.67%	0.00
9L	2	16.67%	1.98
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	5
Valor deducido más alto (HDV):	35.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	6.93

Rango de calificación del PCI

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	35.44	22.97	10.00	9.20	2.61	80.2	5	43.43
2	35.44	22.97	10.00	9.20	2.00	79.6	4	45.70
3	35.44	22.97	10.00	2.00	2.00	72.4	3	46.39
4	35.44	22.97	2.00	2.00	2.00	64.4	2	48.33
5	35.44	2.00	2.00	2.00	2.00	43.4	1	42.95

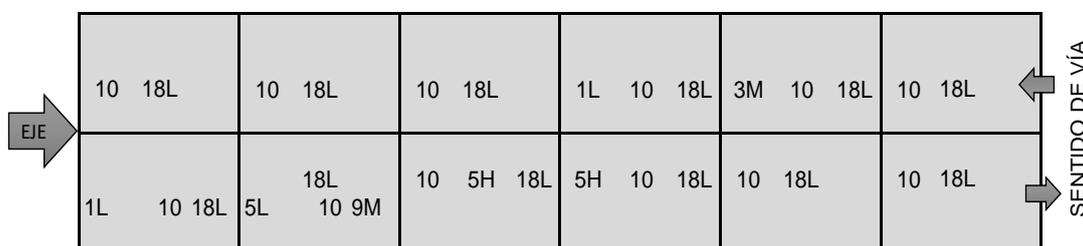
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
48.33	51.67	REGULAR

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-29)

Nombre de Vía: Av. LAPAZ
Unidad de Muestreo: UM-29
Número de Losas: 12
Progresiva 0+558.85 - 0+578.68
Fecha 11/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5H	2	16.67%	46.07
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
18L	12	100.00%	29.04

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

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	46.1
Núm. Admisibles deducidos (mi):	5.95

Rango de calificación del PCI	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	46.07	29.04	11.93	10.00	9.20	8.75	2.61	117.6	7	57.38
2	46.07	29.04	11.93	10.00	9.20	8.75	2.00	117.0	6	60.00
3	46.07	29.04	11.93	10.00	9.20	2.00	2.00	110.2	5	59.34
4	46.07	29.04	11.93	10.00	2.00	2.00	2.00	103.0	4	58.46
5	46.07	29.04	11.93	2.00	2.00	2.00	2.00	95.0	3	59.65
6	46.07	29.04	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	85.1	2	60.53
7	46.07	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	58.1	1	58.15

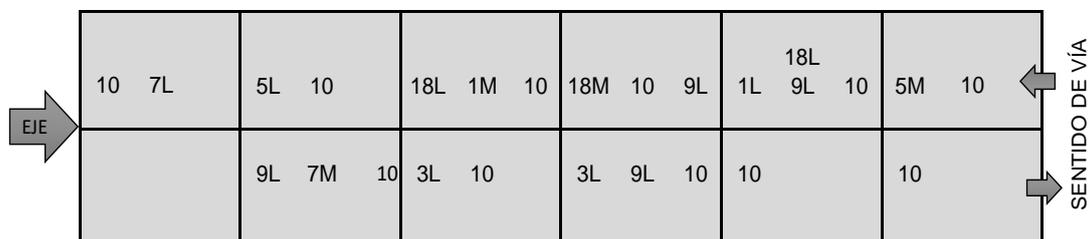
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.53	39.47	MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-33)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-33
Número de Losas: 12
Progresiva 0+632.35 - 0+650.31
Fecha 13/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	2	16.67%	12.4
3L	2	16.67%	13.87
5L	1	8.33%	8.75
5M	1	8.33%	18.6
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
9L	4	33.33%	6.18
10	11	91.67%	9.4
18L	3	25.00%	9.18

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

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	9
Valor deducido más alto (HDV):	18.6
Núm. Admisibles deducidos (mi):	8.48

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV	
1	18.60	13.87	12.40	9.18	9.40	8.75	6.18	5.23	2.64	86.3	9	37.89
2	18.60	13.87	12.40	9.18	9.40	8.75	6.18	5.23	2.00	85.6	8	38.39
3	18.60	13.87	12.40	9.18	9.40	8.75	6.18	2.00	2.00	82.4	7	40.00
4	18.60	13.87	12.40	9.18	9.40	8.75	2.00	2.00	2.00	78.2	6	40.02
5	18.60	13.87	12.40	9.18	9.40	2.00	2.00	2.00	2.00	71.5	5	38.74
6	18.60	13.87	12.40	9.18	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	64.1	4	37.39
7	18.60	13.87	12.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	56.9	3	36.59
8	18.60	13.87	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	46.5	2	36.55
9	18.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.6	1	34.25

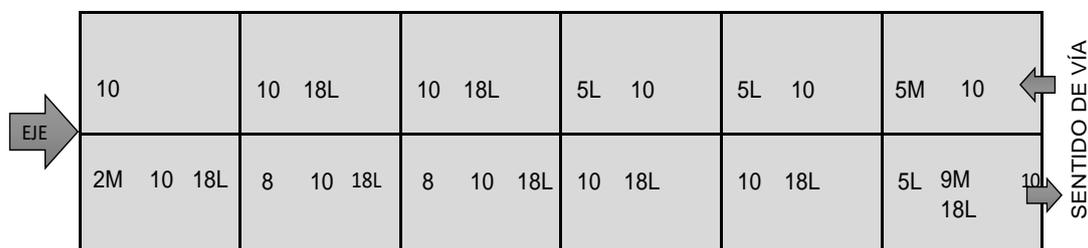
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.02	59.98	BUENO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-35)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-35
Número de Losas: 12
Progresiva 0+668.33 - 0+691.94
Fecha 13/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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)

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
5L	3	25.00%	24.60
5M	1	8.33%	18.60
8	2	16.67%	0.00
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	6
Valor deducido más alto (HDV):	24.6
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.92

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	24.60	22.97	18.60	10.00	7.38	2.61	86.2	6	44.31	
2	24.60	22.97	18.60	10.00	7.38	2.00	85.6	5	46.29	
3	24.60	22.97	18.60	10.00	2.00	2.00	80.2	4	46.37	
4	24.60	22.97	18.60	2.00	2.00	2.00	72.2	3	46.34	
5	24.60	22.97	2.00	2.00	2.00	2.00	55.6	2	42.43	
6	24.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.6	1	34.35	

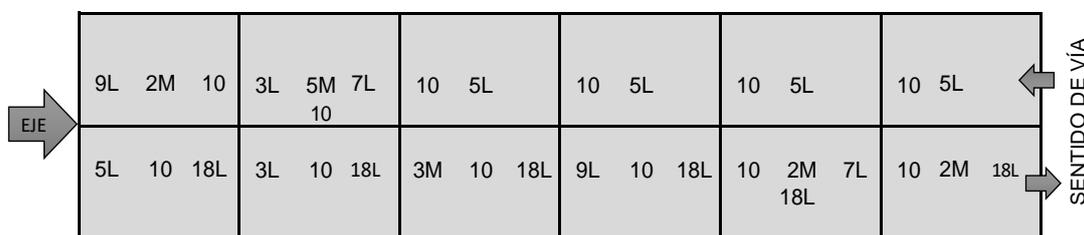
CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
46.37	53.63	REGULAR

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-37)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-37
Número de Losas: 12
Progresiva 0+712.28 – 0+732.30
Fecha 13/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	3	25.00%	17.48
3L	2	16.67%	13.87
3M	1	8.33%	11.93
5L	4	33.33%	30.35
5M	1	8.33%	18.60
7L	2	16.67%	2.38
9L	2	16.67%	1.98
10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	30.4
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.40

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV	
1	30.35	19.38	18.60	17.48	13.87	11.93	10.00	2.38	124.0	8	58.00
2	30.35	19.38	18.60	17.48	13.87	11.93	10.00	2.00	123.6	7	60.58
3	30.35	19.38	18.60	17.48	13.87	11.93	2.00	2.00	115.6	6	59.06
4	30.35	19.38	18.60	17.48	13.87	2.00	2.00	2.00	105.7	5	56.43
5	30.35	19.38	18.60	17.48	2.00	2.00	2.00	2.00	93.8	4	53.39
6	30.35	19.38	18.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	78.3	3	50.09
7	30.35	19.38	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	61.7	2	46.33
8	30.35	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	44.4	1	44.45

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.58	39.42	MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-39)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-39
Número de Losas: 12
Progresiva 0+751.67 – 0+779.01
Fecha 13/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°		TIPO DE FALLA COMUNES
1		Grietas Longitudinales.
2		Grietas Transversales y/o Diagona
3		Grietas de Esquina.
4		Grietas de durabilidad "D".
5		Grietas en Bloque. losa dividida
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.

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	5	41.67%	52.32
5H	5	41.67%	70.47
9L	1	8.33%	0.71
9M	1	8.33%	2.12
10	12	100.00%	10.00
18L	3	25.00%	9.18

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

CÁLCULO DEL PCI	
Números deducidos > 2 (q):	7
Valor deducido más alto (HDV):	70.5
Núm. Admisibles deducidos (mi):	3.71

Rango de calificación del PC	
RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	70.47	52.32	11.93	10.00	9.18	8.75	2.12	164.8	7	77.75
2	70.47	52.32	11.93	10.00	9.18	8.75	2.00	164.7	6	77.65
3	70.47	52.32	11.93	10.00	9.18	2.00	2.00	157.9	5	77.47
4	70.47	52.32	11.93	10.00	2.00	2.00	2.00	150.7	4	78.00
5	70.47	52.32	11.93	2.00	2.00	2.00	2.00	142.7	3	84.28
6	70.47	52.32	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	132.8	2	87.38
7	70.47	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	82.5	1	82.52

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
87.38	12.62	MUY MALO

DATOS DE INSPECCIÓN DE FALLAS POR UNIDAD DE MUESTREO (UM-41)

Nombre de Vía: Av. LA PAZ
Unidad de Muestreo: UM-41
Número de Losas: 12
Progresiva 0+800.04 – 0+822.94
Fecha 13/11/2020
Inspector: Bach. Juan Richard Bustamante Chuquimango

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	

ESQUEMA DE INSPECCIÓN



Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
2L	3	25.00%	12.87
3L	1	8.33%	6.43
5L	3	25.00%	24.60
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	3	25.00%	16.04

Nivel de Severidad

L: Bajo M: Medio. H: Alto.

CÁLCULO DEL PCI

Números deducidos > 2 (q):	8
Valor deducido más alto (HDV):	24.6
Núm. Admisibles deducidos (mi):	7.92

Rango de calificación del PC

RANGO	CALIFICACIÓN
100 - 85	Excelente
85 - 70	Muy Bueno
70 - 55	Bueno
55 - 40	Regular
40 - 25	Malo
25 - 10.	Muy Malo
10 - 0	Fallado

#	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV
1	24.60	16.04	12.87	10.00	9.20	6.43	4.90	2.64	86.7	8	40.35
2	24.60	16.04	12.87	10.00	9.20	6.43	4.90	2.00	86.0	7	42.00
3	24.60	16.04	12.87	10.00	9.20	6.43	2.00	2.00	83.1	6	42.46
4	24.60	16.04	12.87	10.00	9.20	2.00	2.00	2.00	78.7	5	42.87
5	24.60	16.04	12.87	10.00	2.00	2.00	2.00	2.00	71.5	4	41.37
6	24.60	16.04	12.87	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	63.5	3	40.85
7	24.60	16.04	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.6	2	40.57
8	24.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	39.6	1	39.26

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
42.87	57.13	BUENO

7.5. (Anexo 5) Fotografías de fallas resaltantes en la av. La Paz desde la cuadra 05 hasta la cuadra 11.

Figura N° 56: Fotos de UM- 01.



Fallas: Pulimiento de agregados y grieta longitudinal.

Figura N° 57: Fotos de UM- 03.



Fallas: Grieta longitudinal y grieta de esquina.

Figura N° 58: Fotos de UM- 05.



Fallas: Grieta longitudinal y pulimiento de agregados.

Figura N° 59: Fotos de UM- 07.



Fallas: Pulimiento de agregados y parche grande.

Figura N° 60: Fotos de UM- 09.



Fallas: Pulimiento de agregados y descascaramiento de esquina.

Figura N° 61: Fotos de UM- 11.



Fallas: Parche grande y pulimiento de agregados.

Figura N° 62: Fotos de UM- 13.



Fallas: Pulimiento de agregados y grietas de retracción.

Figura N° 63: Fotos de UM- 15.



Fallas: Grietas de retracción y parche grande.

Figura N° 64: Fotos de UM- 17.



Fallas: pulimiento de agregados y descascaramiento de junta.

Figura N° 65: Fotos de UM- 19.



Fallas: Parche grande y pulimiento de agregados.

Figura N° 66: Fotos de UM- 21.



Fallas: Losa dividida y parche grande.

Figura N° 67: Fotos de UM- 23.



Fallas: Pulimiento de agregados y parche grande.

Figura N° 68: Fotos de UM- 25.



Fallas: Pulimiento de agregados y grieta transversal.

Figura N° 69: Fotos de UM- 27.



Fallas: Losa dividida y grieta longitudinal.

Figura N° 70: Fotos de UM- 29.



Fallas: Grieta longitudinal y parche grande.

Figura N° 71: Fotos de UM- 31.



Fallas: Grieta longitudinal y grieta de esquina.

Figura N° 72: Fotos de UM- 33.



Fallas: Grieta longitudinal y losa dividida.

Figura N° 73: Fotos de UM- 35.



Fallas: Losa dividida y grieta transversal.

Figura N° 74: Fotos de UM- 37.



Fallas: Pulimiento de agregados y grieta transversal.

Figura N° 75: Fotos de UM- 39.

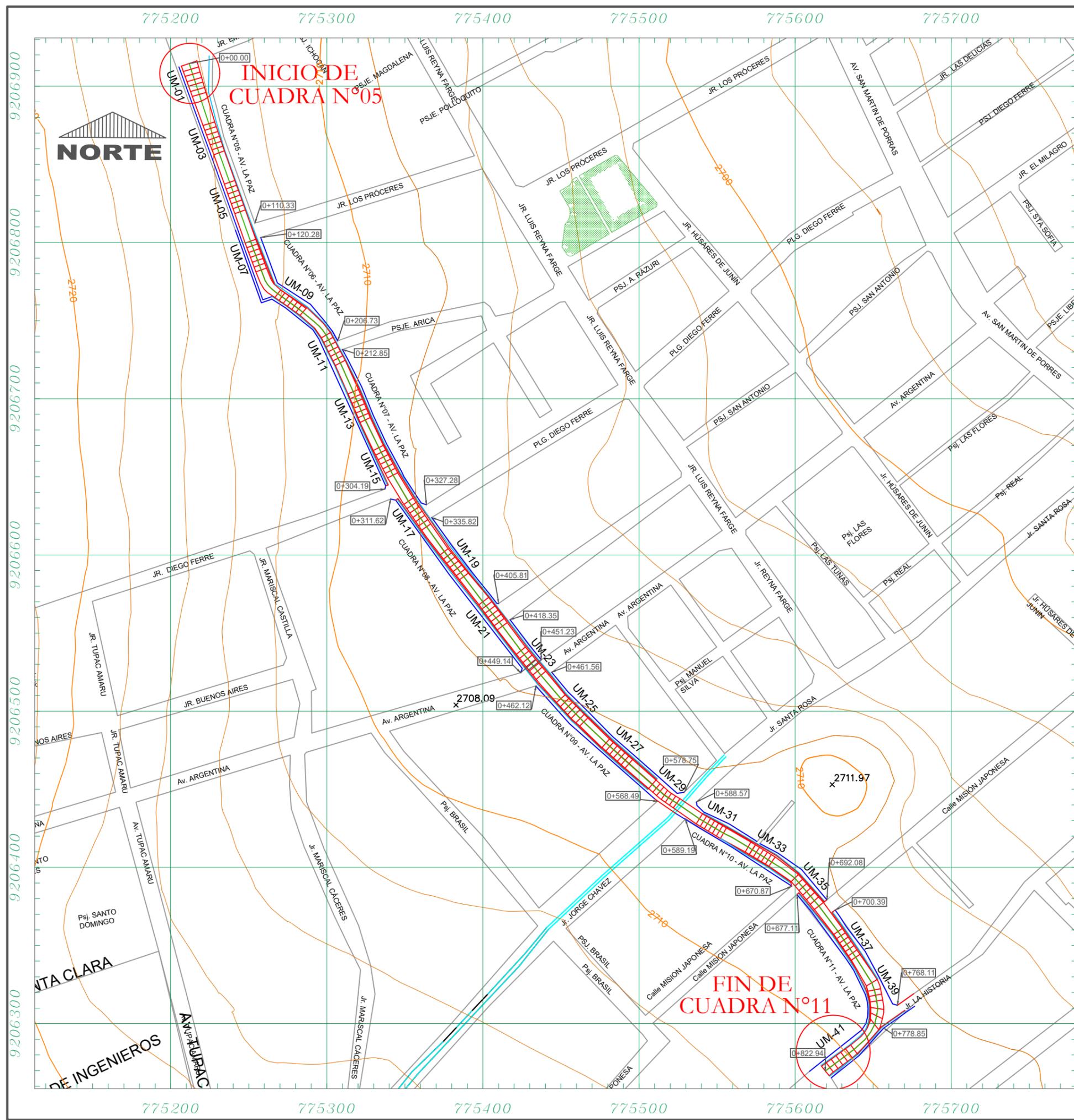


Fallas: Pulimiento de agregados y losa dividida.

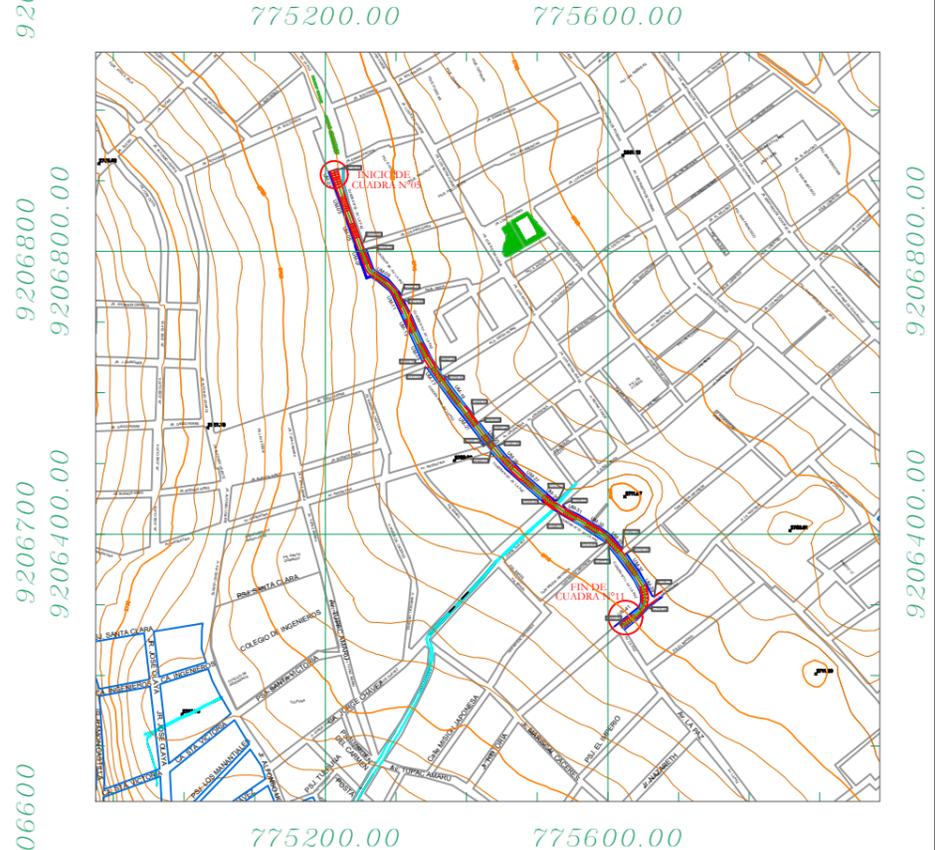
Figura N° 76: Fotos de UM- 41.



Fallas: Descascaramiento de junta y grieta longitudinal.



UBICACIÓN



ESCALA 1:10000

PLANO CLAVE

ESCALA GRÁFICA

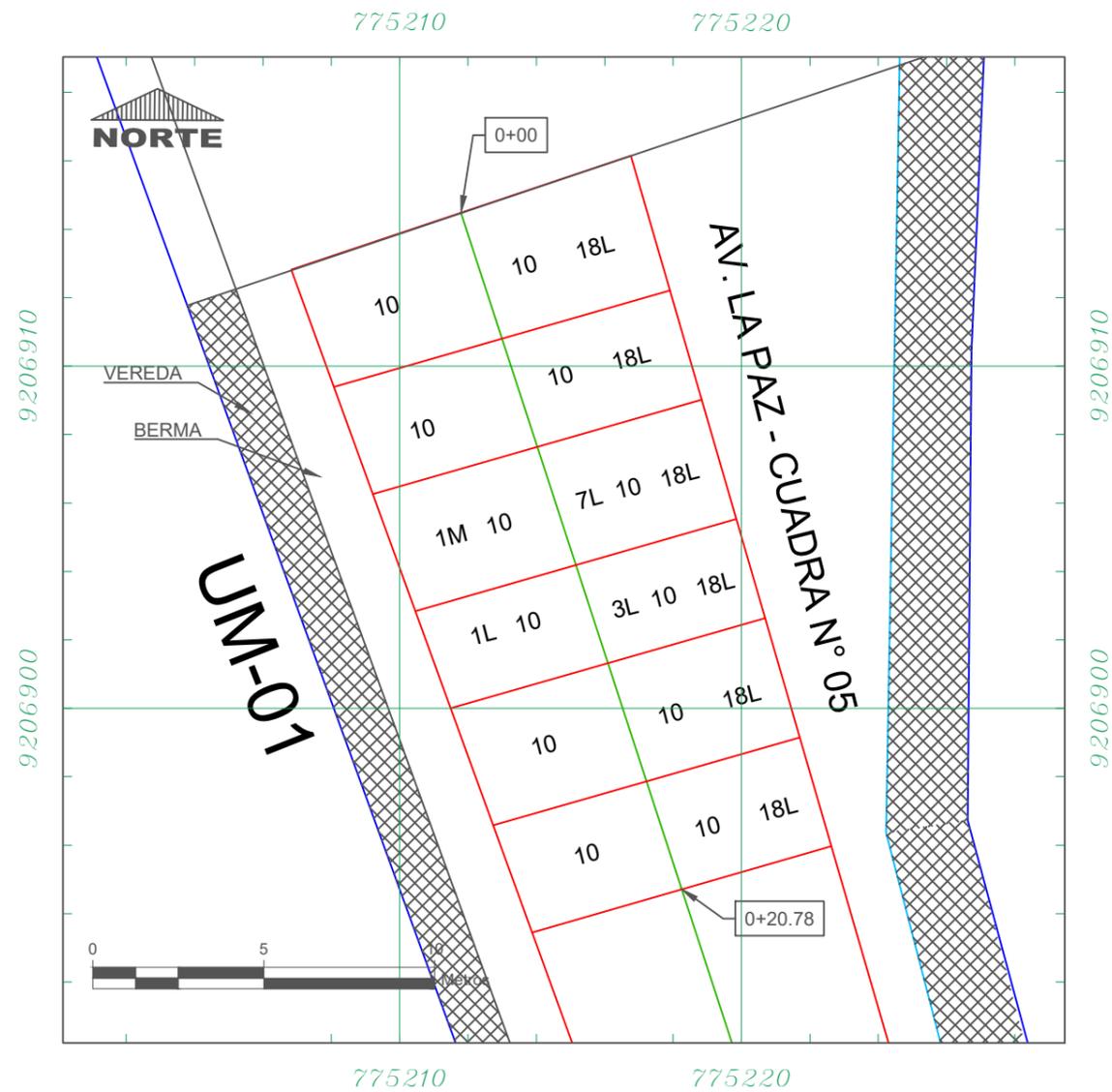


Fuente: PLANO CATASTRAL DE CAJAMARCA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:2500
PLANO: PLANO CLAVE DE LA AV. LA PAZ DE LA CUDRA 05 A LA CUDRA 11.	CÓDIGO: PC-01
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

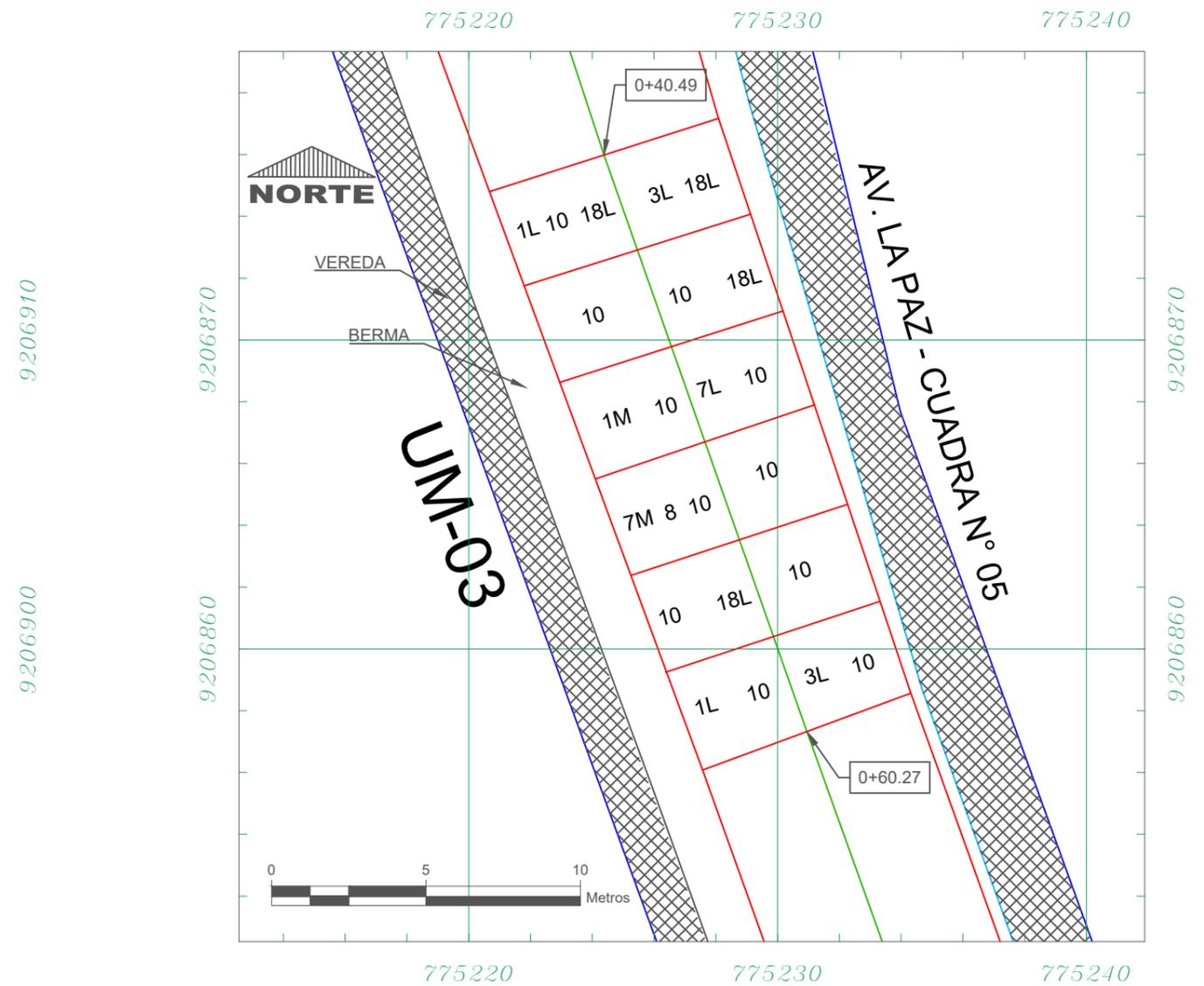


UM-01: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
28.19	71.81	MUY BUENO

UM - 01: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38



UM-03: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
23.69	76.31	MUY MALO

UM - 03: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
3L	1	8.33%	6.43
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83

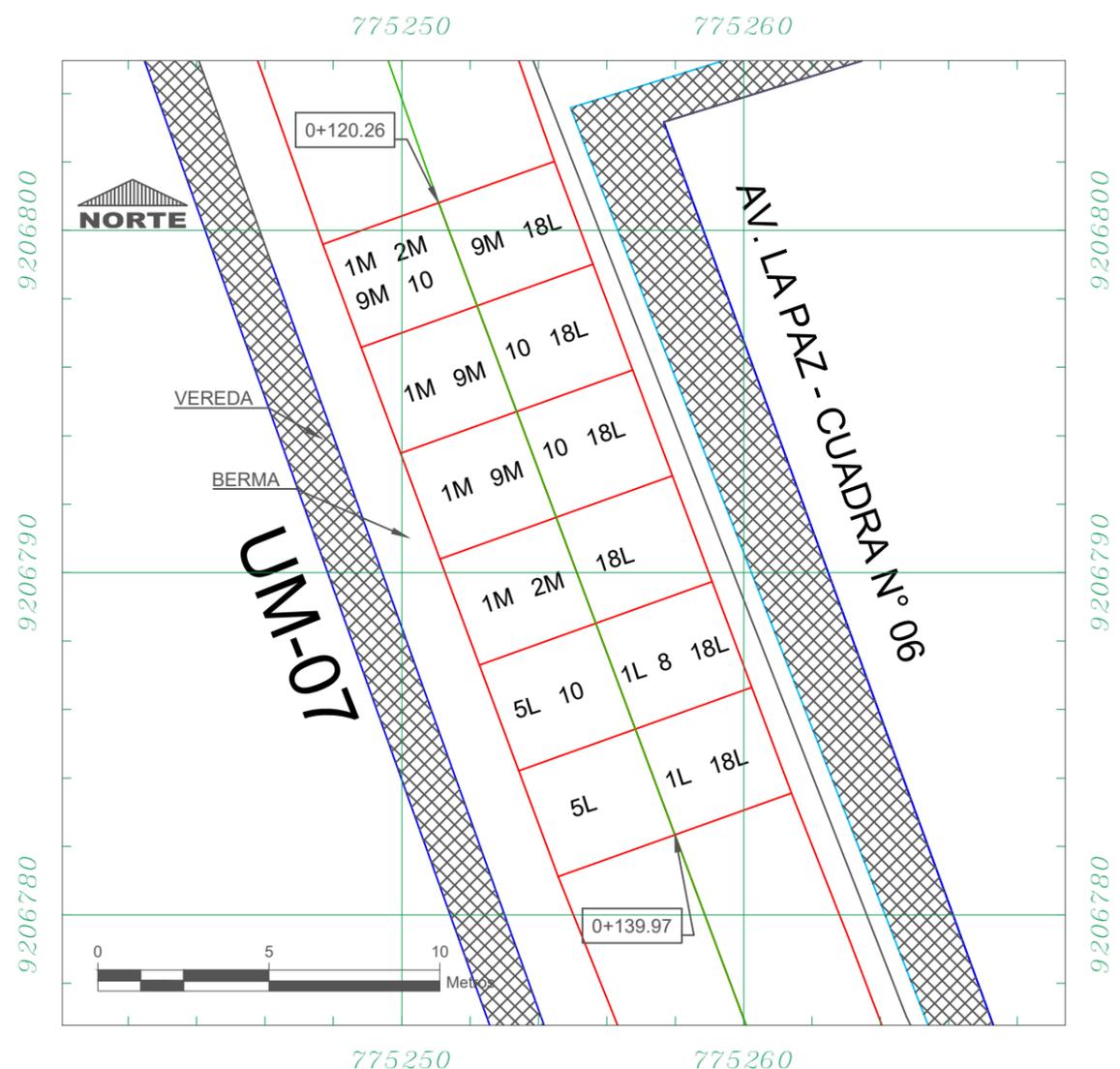
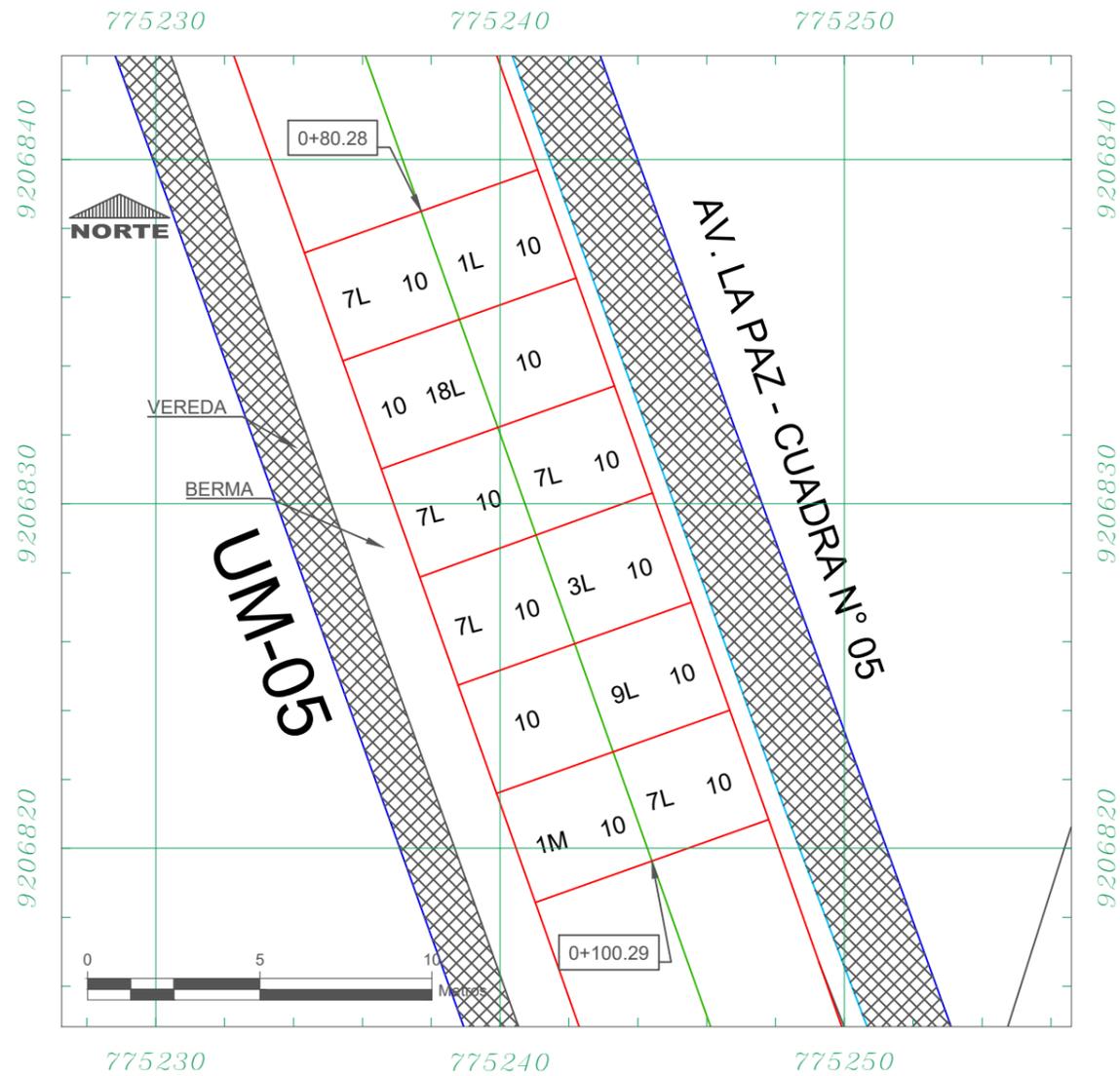
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-01 y UM-03	CÓDIGO: UM 01 UM 03
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	



UM-05: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
18.74	81.26	MUY MALO

UM-07: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
43.54	56.46	BUENO

UM - 05: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
7L	5	41.67%	7.83
10	12	100.00%	10.00
18L	1	8.33%	1.22

UM - 07: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
1M	3	25.00%	17.48
2M	2	16.67%	9.20
5L	2	16.67%	16.73
8	1	8.33%	0.00
9M	4	33.33%	11.06
10	3	25.00%	3.91
18L	6	50.00%	19.38

LEYENDA

	LÍNEA MUNICIPAL
	CUNETETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

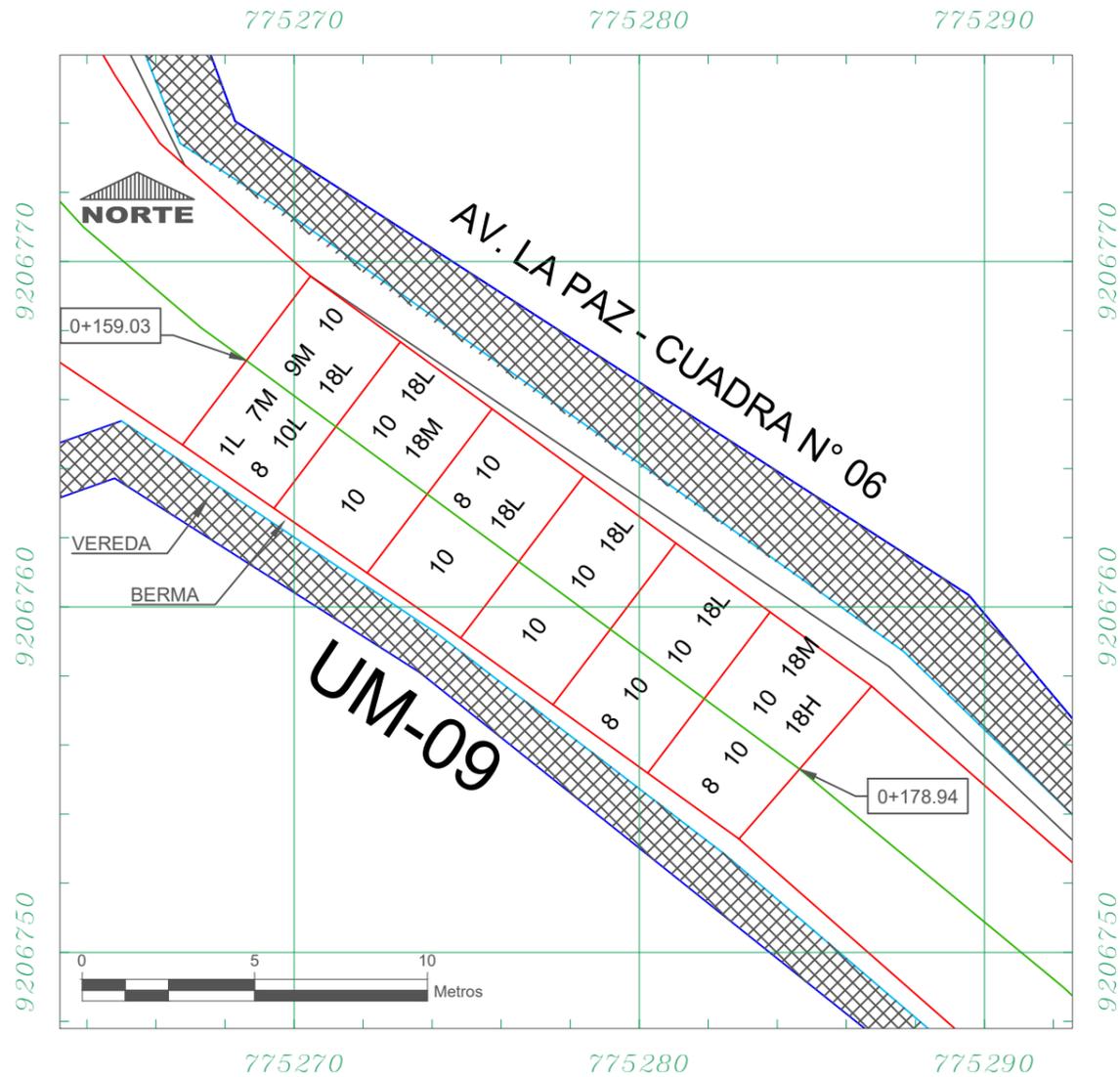
TIPO DE FALLA COMUNES

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-05 y UM-07	CÓDIGO: UM 05 UM 07
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

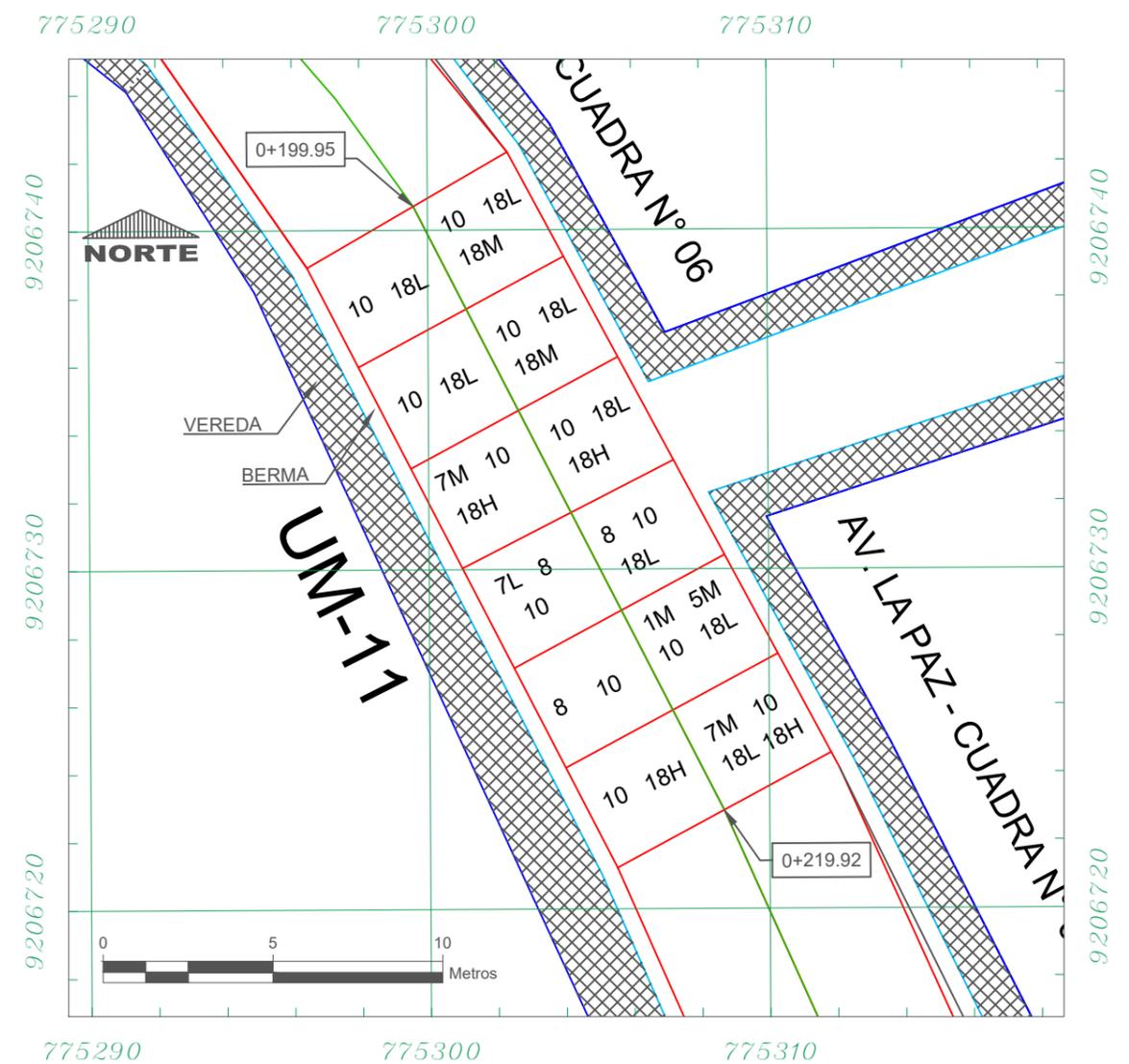


UM-09: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
62.80	37.20	MALO

UM - 09: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	4	33.33%	46.76
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	5	41.67%	17.04
18M	1	8.33%	4.37
18H	1	8.33%	14.50



UM-11: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
76.15	23.85	MUY MALO

UM - 11: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	8.33%	7.38
5M	1	8.33%	18.60
7L	1	8.33%	1.69
7M	2	16.67%	6.27
8	4	33.33%	46.76
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97
18M	2	16.67%	9.78
18H	4	33.33%	42.09

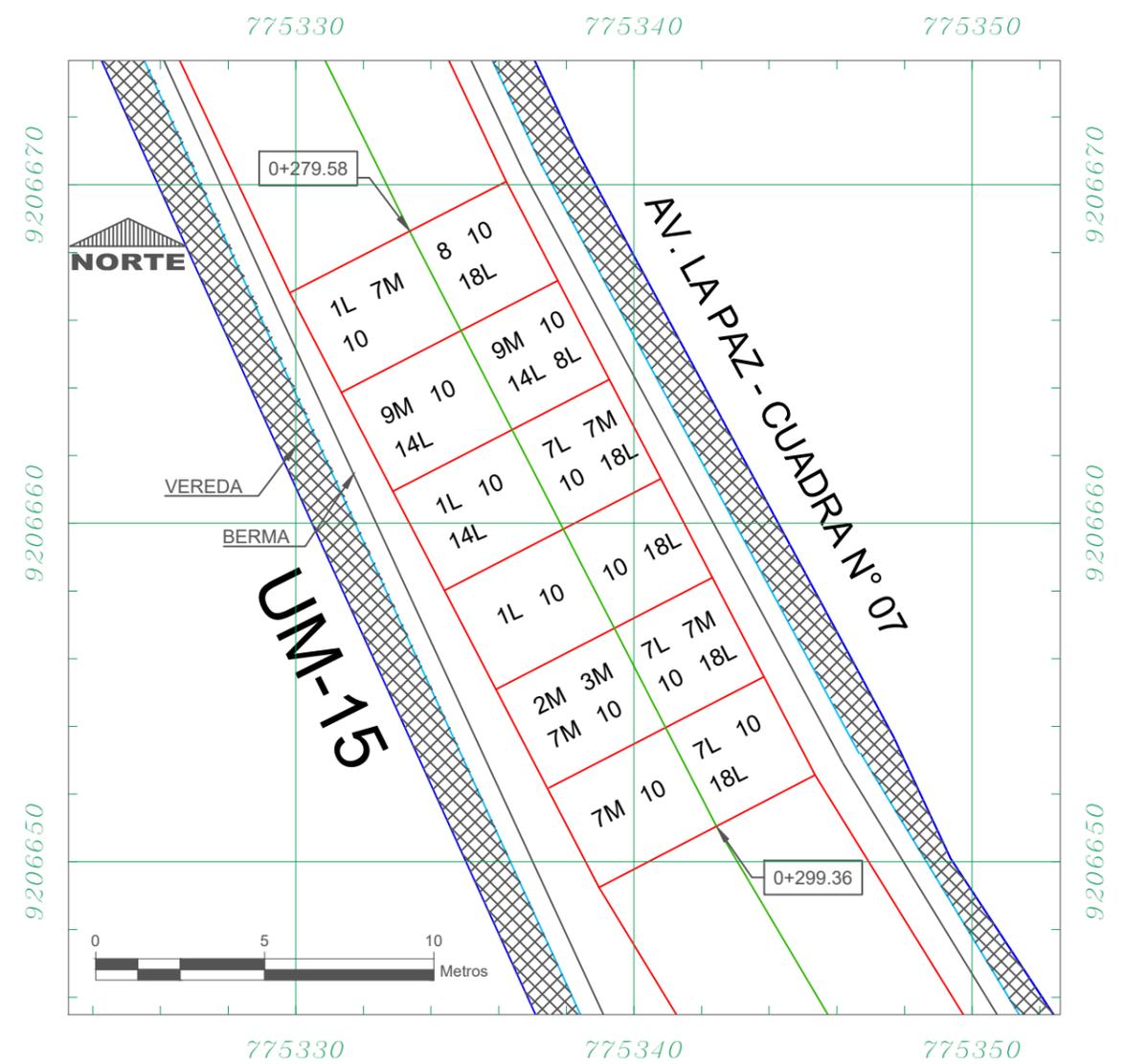
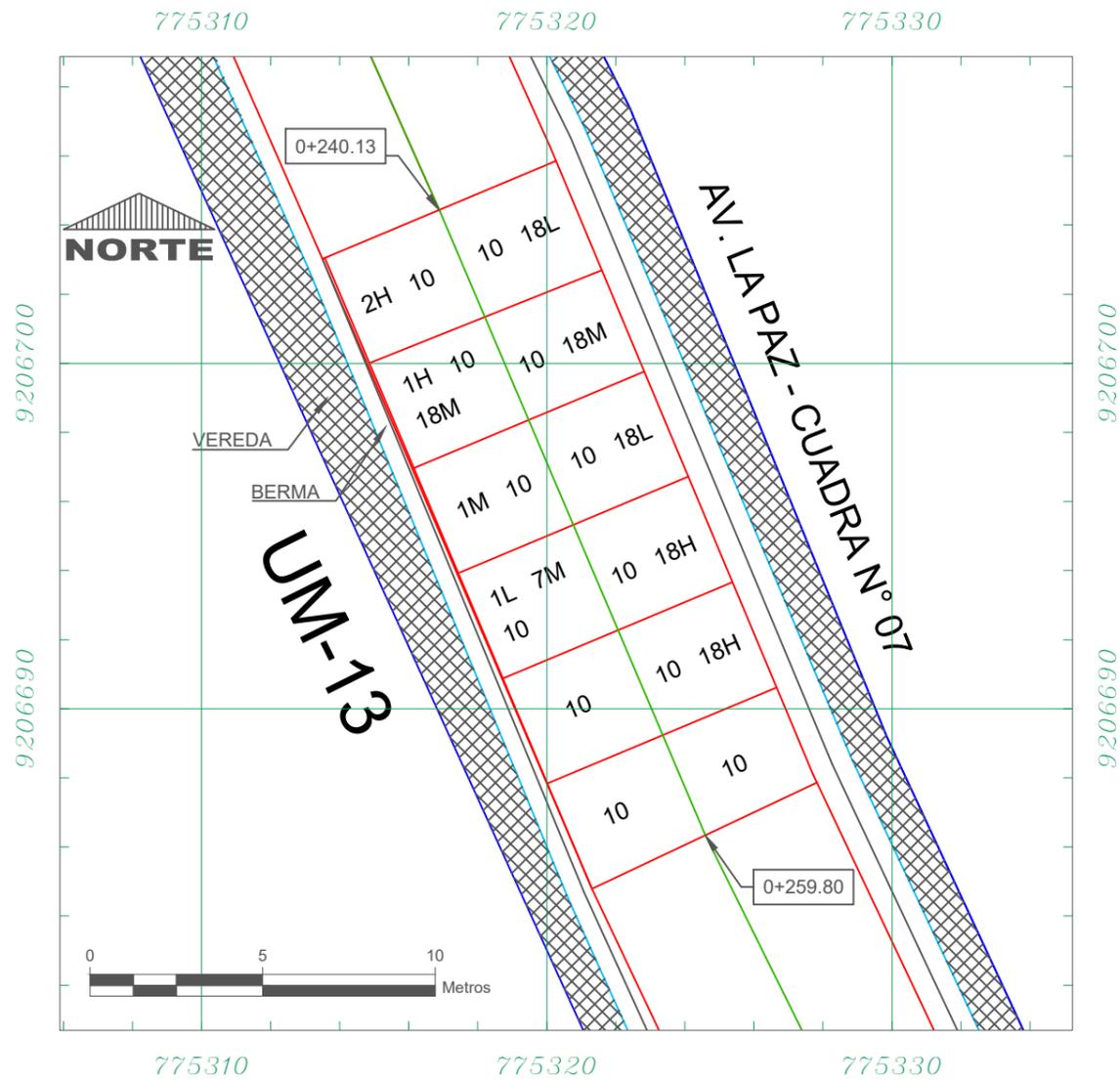
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N° TIPO DE FALLA COMUNES		
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Camil / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-09 y UM-11	CÓDIGO: UM 09 UM 11
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	



UM-13: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
47.34	52.66	REGULAR

UM-15: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.88	59.12	BUENO

UM - 13: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	1	8.33%	7.38
1H	1	8.33%	16.45
2H	1	8.33%	16.45
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	2	16.67%	9.78
18H	2	16.67%	25.70

UM - 15: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	3	25.00%	12.87
2M	1	8.33%	7.38
3M	1	8.33%	11.93
7L	2	16.67%	2.38
7M	4	33.33%	13.37
8	1	8.33%	0.00
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	6	50.00%	19.38

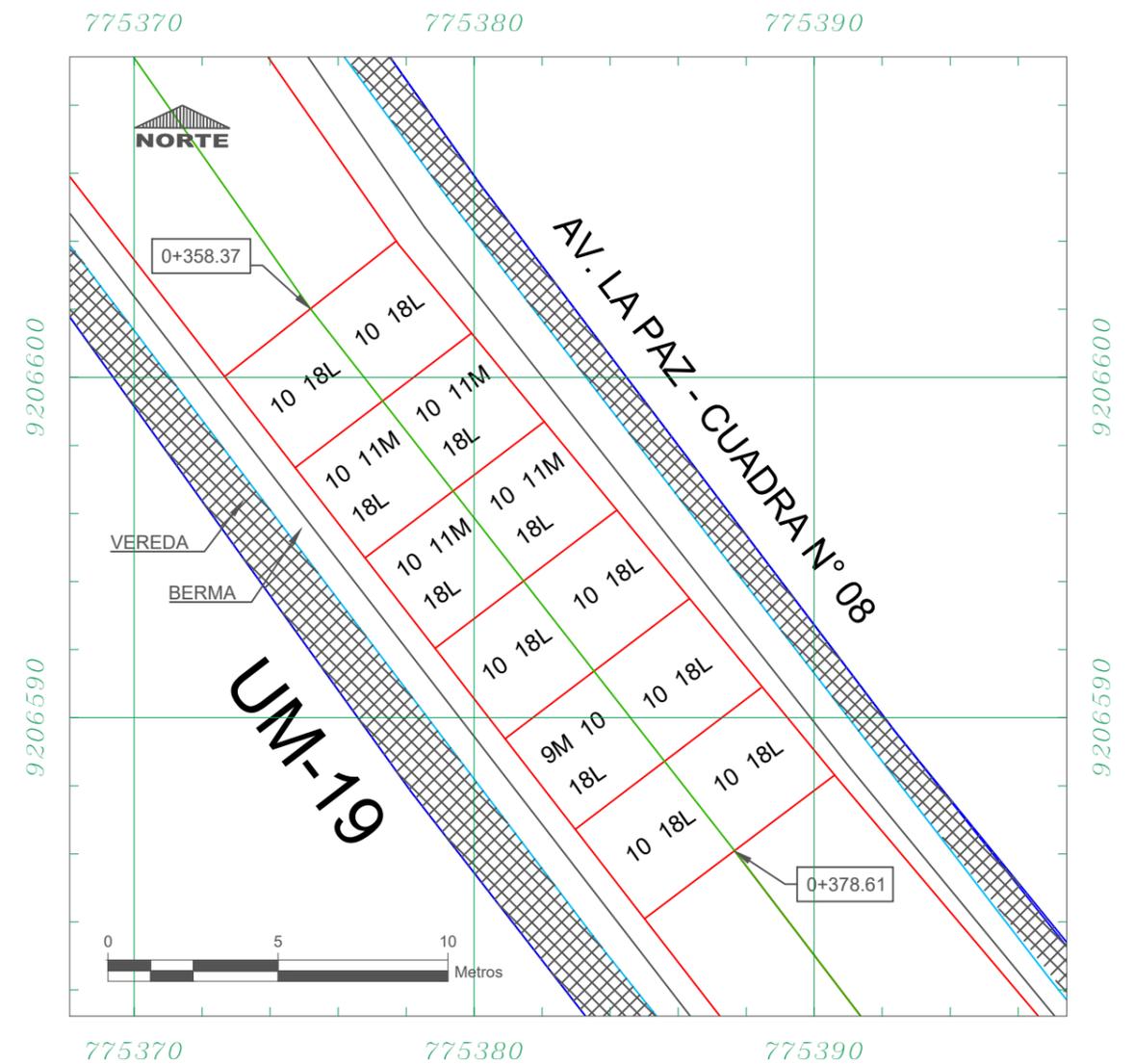
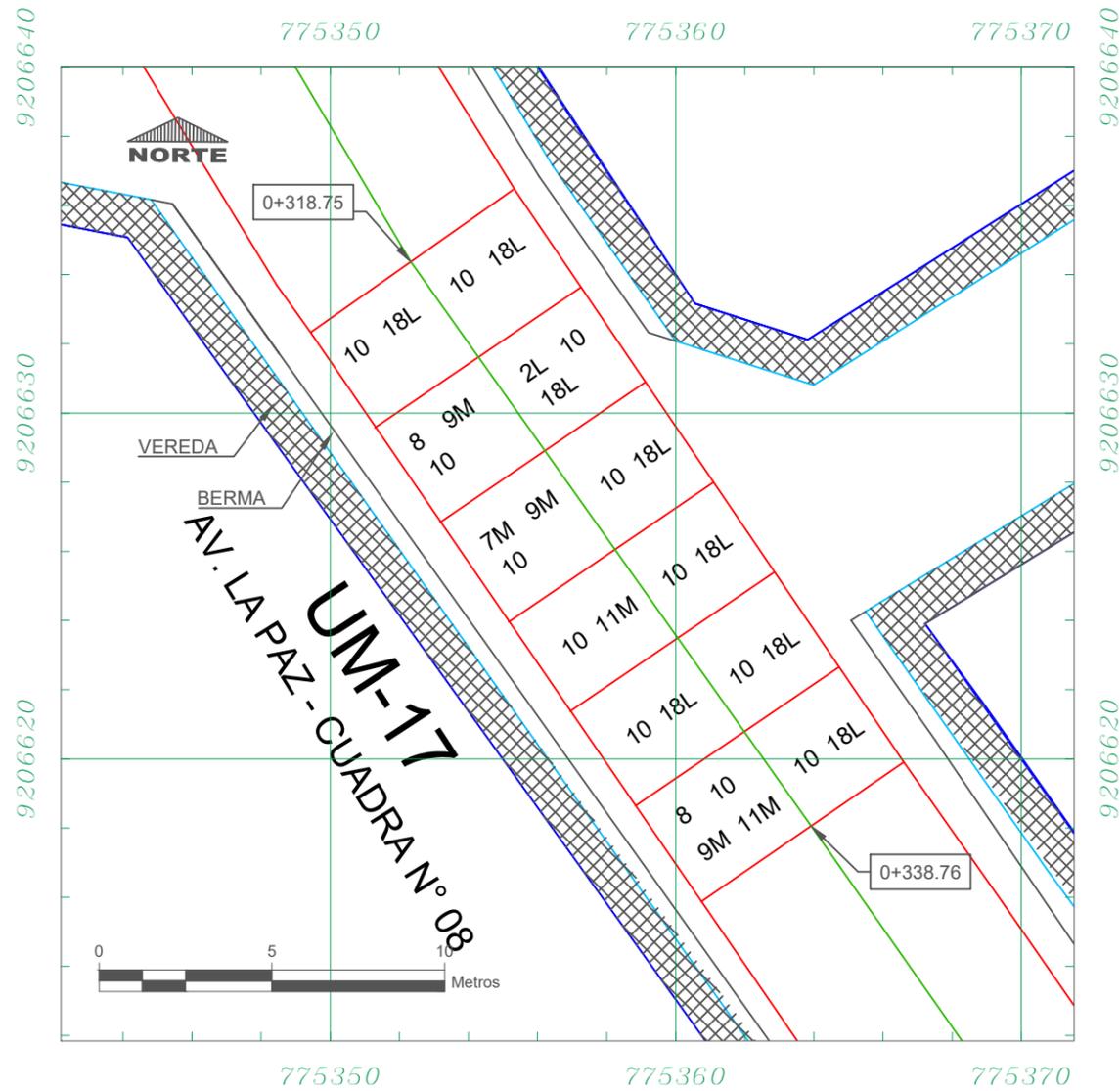
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Bema
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANOS: UNIDAD DE MUESTREO UM-13 y UM-15	CÓDIGO: UM 13 UM 15
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	



UM-17: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
31.32	68.68	BUENO

UM - 17: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2L	1	8.33%	5.23
7M	1	8.33%	2.64
8	3	25.00%	0.40
9M	3	25.00%	8.29
10	12	100.00%	10.00
11M	2	16.67%	2.51
18L	6	50.00%	19.38
18M	1	8.33%	9.78

UM-19: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
35.05	64.95	BUENO

UM - 19: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
11M	4	33.33%	5.77
18L	11	91.67%	27.42
18M	1	8.33%	4.77

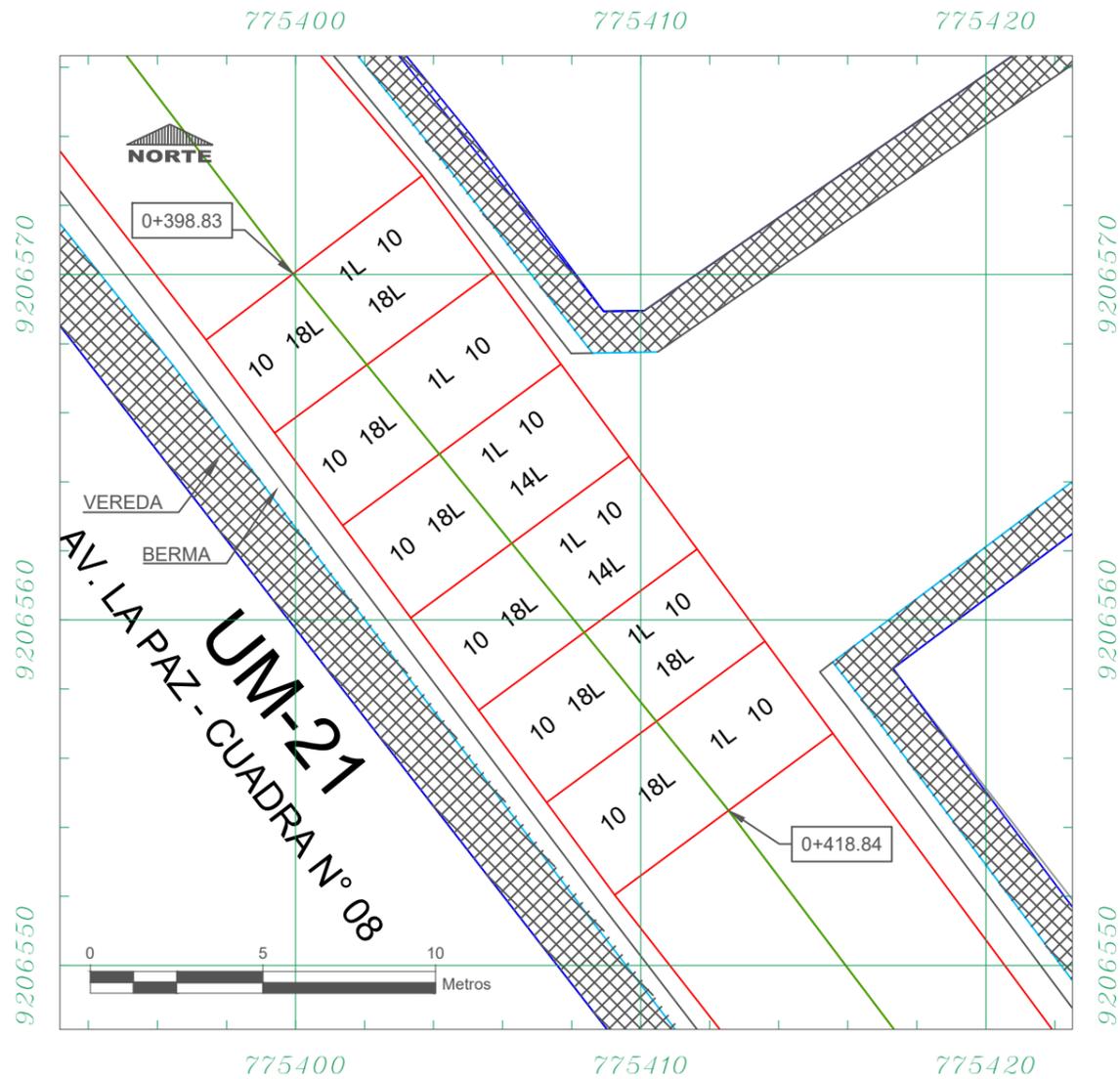
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Caril / Bema
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-17 y UM-19	CÓDIGO: UM 17 UM 19
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

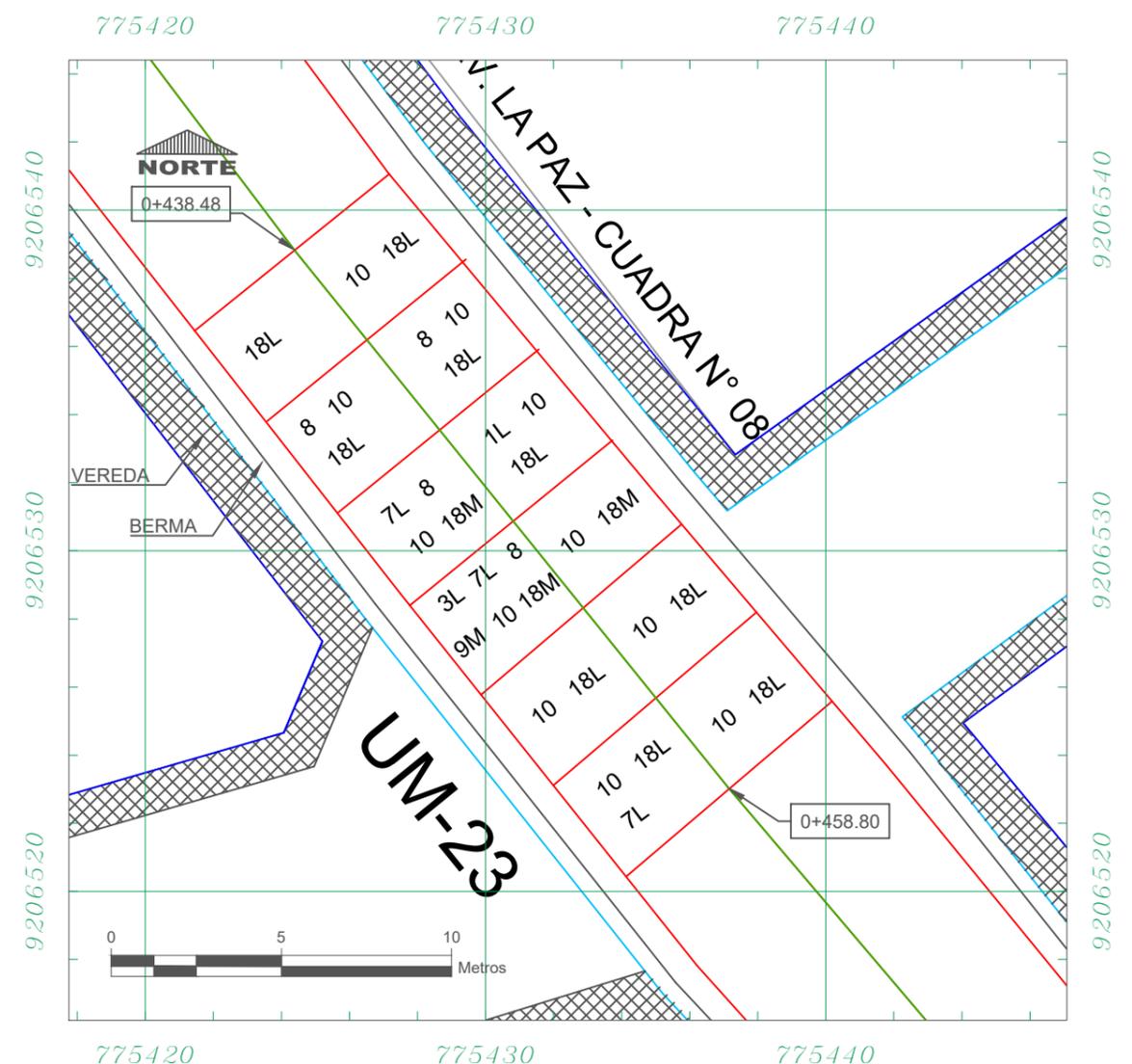


UM-21: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
36.40	63.60	BUENO

UM - 21: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	6	50.00%	19.70
5L	1	8.33%	8.75
10	12	100.00%	10.00
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97



UM-23: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
39.31	60.69	BUENO

UM - 23: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
3L	1	8.33%	6.43
7L	3	25.00%	4.45
8	4	33.33%	1.51
9M	1	8.33%	2.61
10	11	91.67%	9.40
18L	9	75.00%	24.65
18M	3	25.00%	16.04

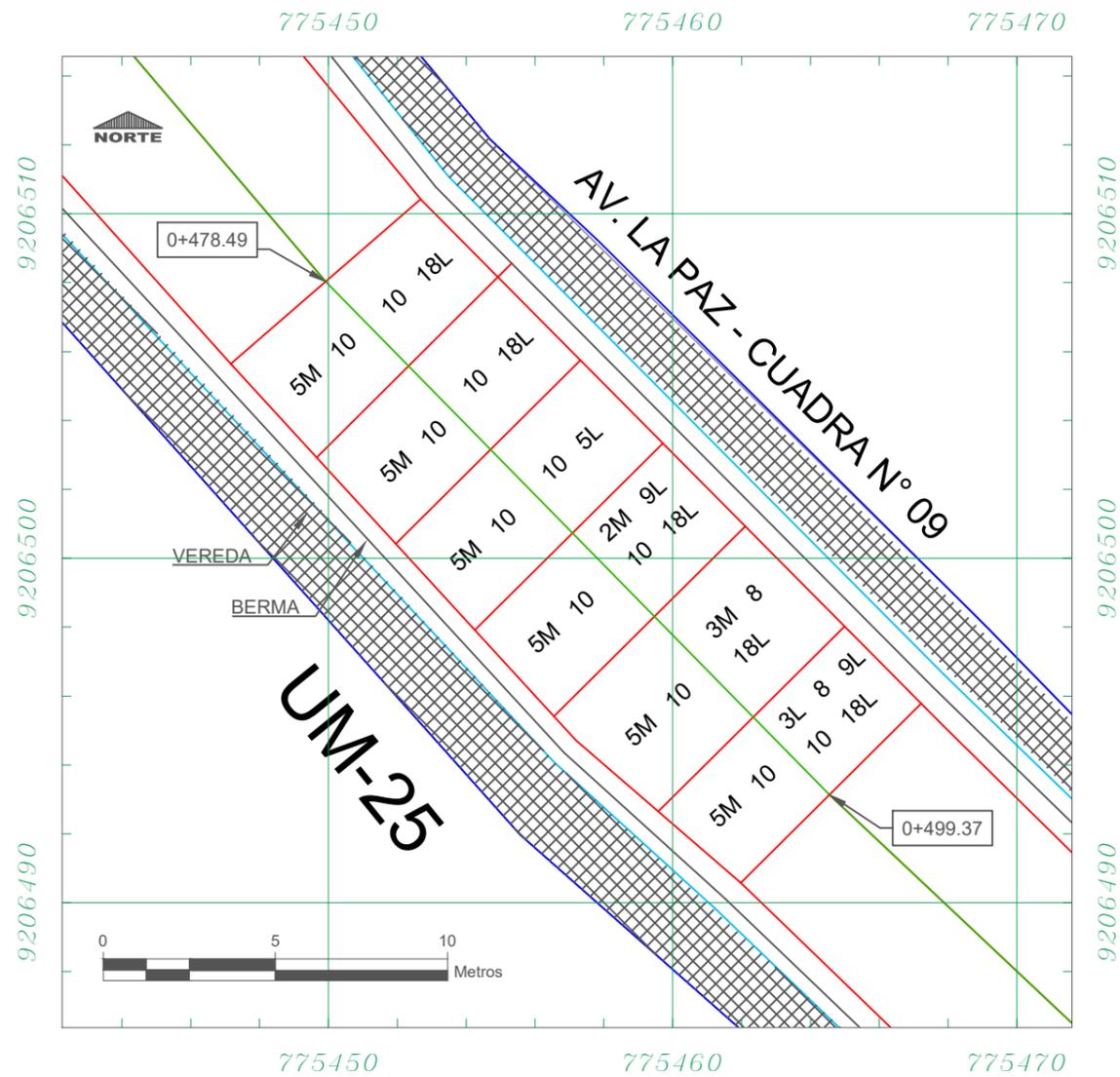
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Camil / Bema
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-21 y UM-23	CÓDIGO: UM 21 UM 23
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

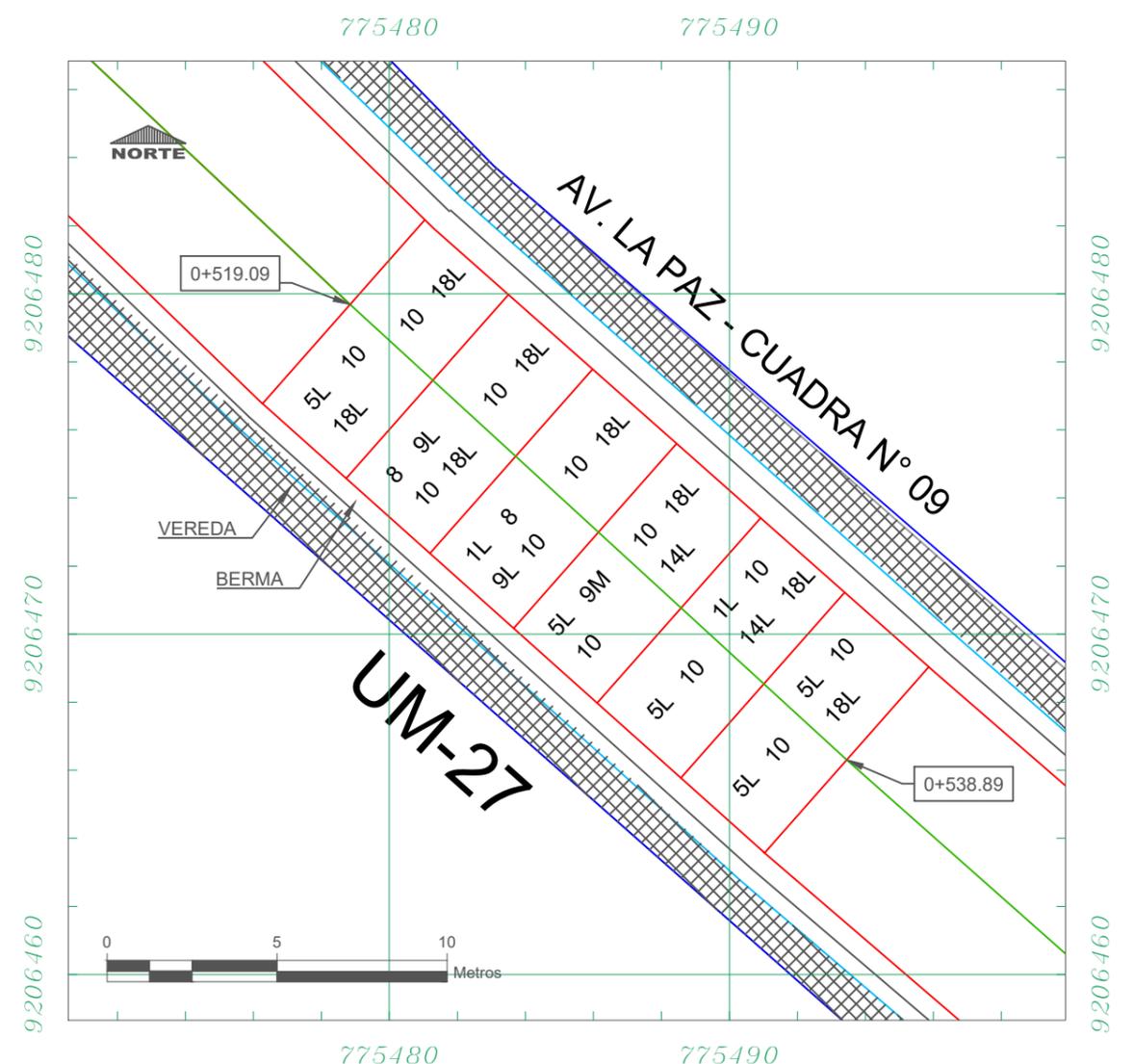


UM-25: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
69.50	30.50	MALO

UM - 25: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
3L	1	8.33%	6.43
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	6	50.00%	57.27
9L	2	16.67%	1.98
10	12	100.00%	10.00
18L	4	33.33%	13.83



UM-27: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
48.33	51.67	REGULAR

UM - 27: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
5L	5	41.67%	35.44
8	2	16.67%	0.00
9L	2	16.67%	1.98
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
14L	2	16.67%	1.80
18L	8	66.67%	22.97

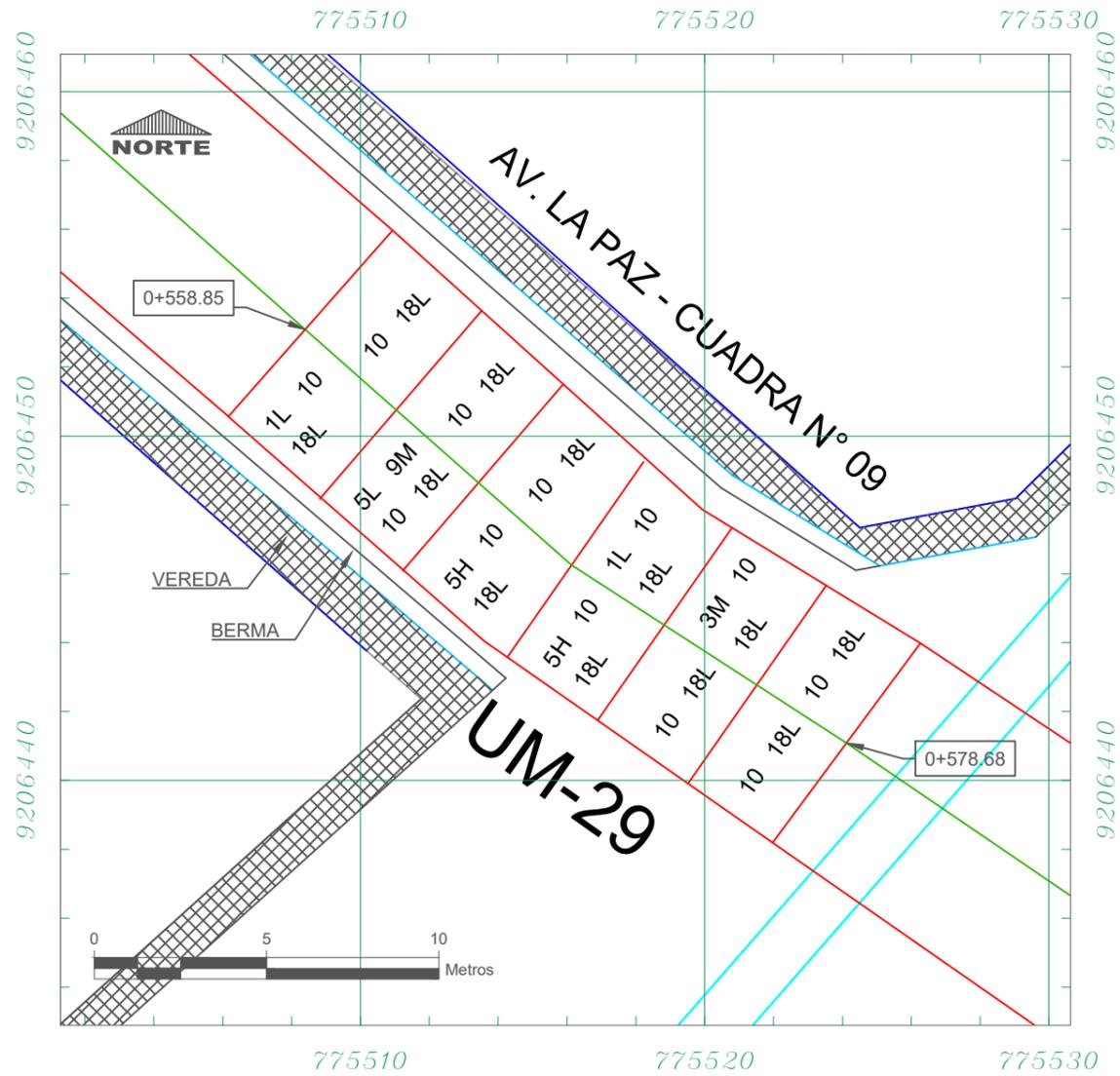
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Caril / Berma
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-25 y UM-27	CÓDIGO: UM 25 UM 27
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

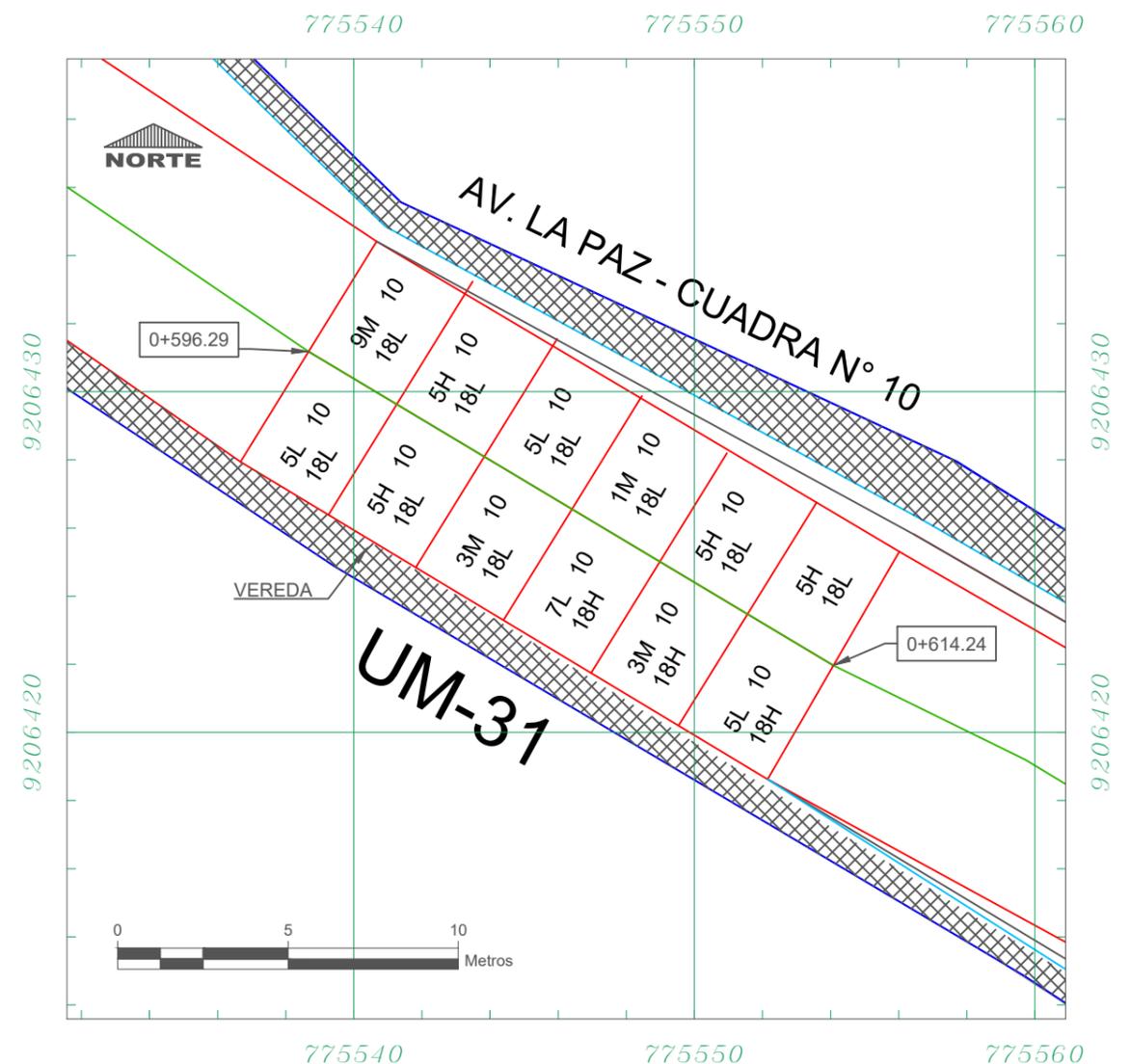


UM-29: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.53	39.47	MALO

UM - 29: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.2
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5H	2	16.67%	46.07
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10
18L	12	100.00%	29.04



UM-31: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
81.16	18.84	MUY MALO

UM - 31: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1M	1	8.33%	7.38
3M	2	16.67%	23.5
5L	3	25.00%	24.6
5H	4	33.33%	64.85
7L	1	8.33%	1.69
10	12	100.00%	10
18L	11	91.67%	27.42
18H	1	8.33%	14.5

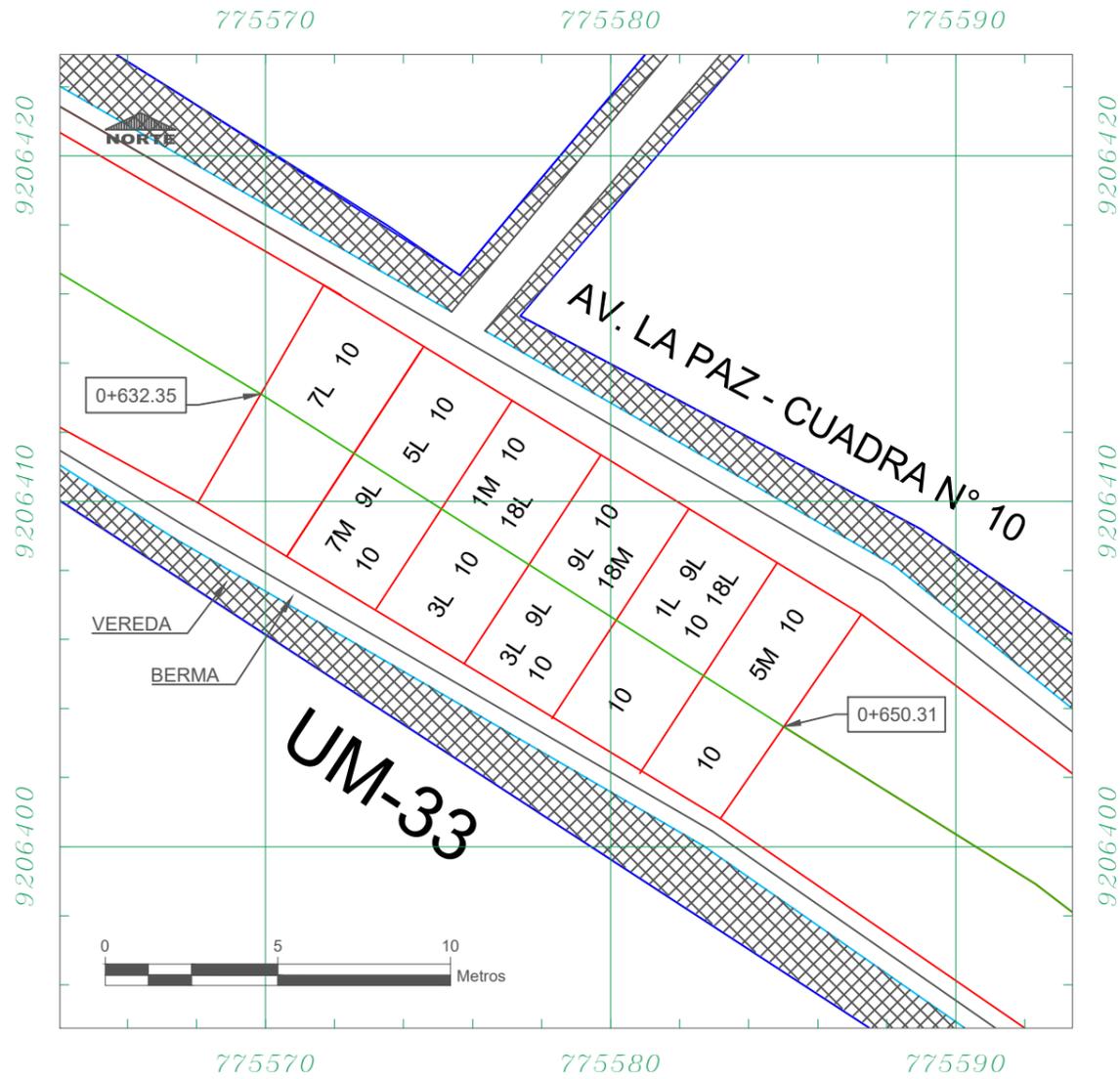
LEYENDA	
	LÍNEA MUNICIPAL
	CUNETETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES	
1	Grietas Longitudinales.	13 Escala
2	Grietas Transversales y/o Diagona	14 Desnivel Carril / Bema
3	Grietas de Esquina.	15 Hundimiento (Punzamiento).
4	Grietas de durabilidad "D".	16 Exudación y Bombeo.
5	Grietas en Bloque. losa dividida	17 Parche Pequeño Deteriorado.
6	Deterioro de sello.	18 Parche Grande Deteriorado.
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)	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-29 y UM-31	CÓDIGO: UM 29 UM 31
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	

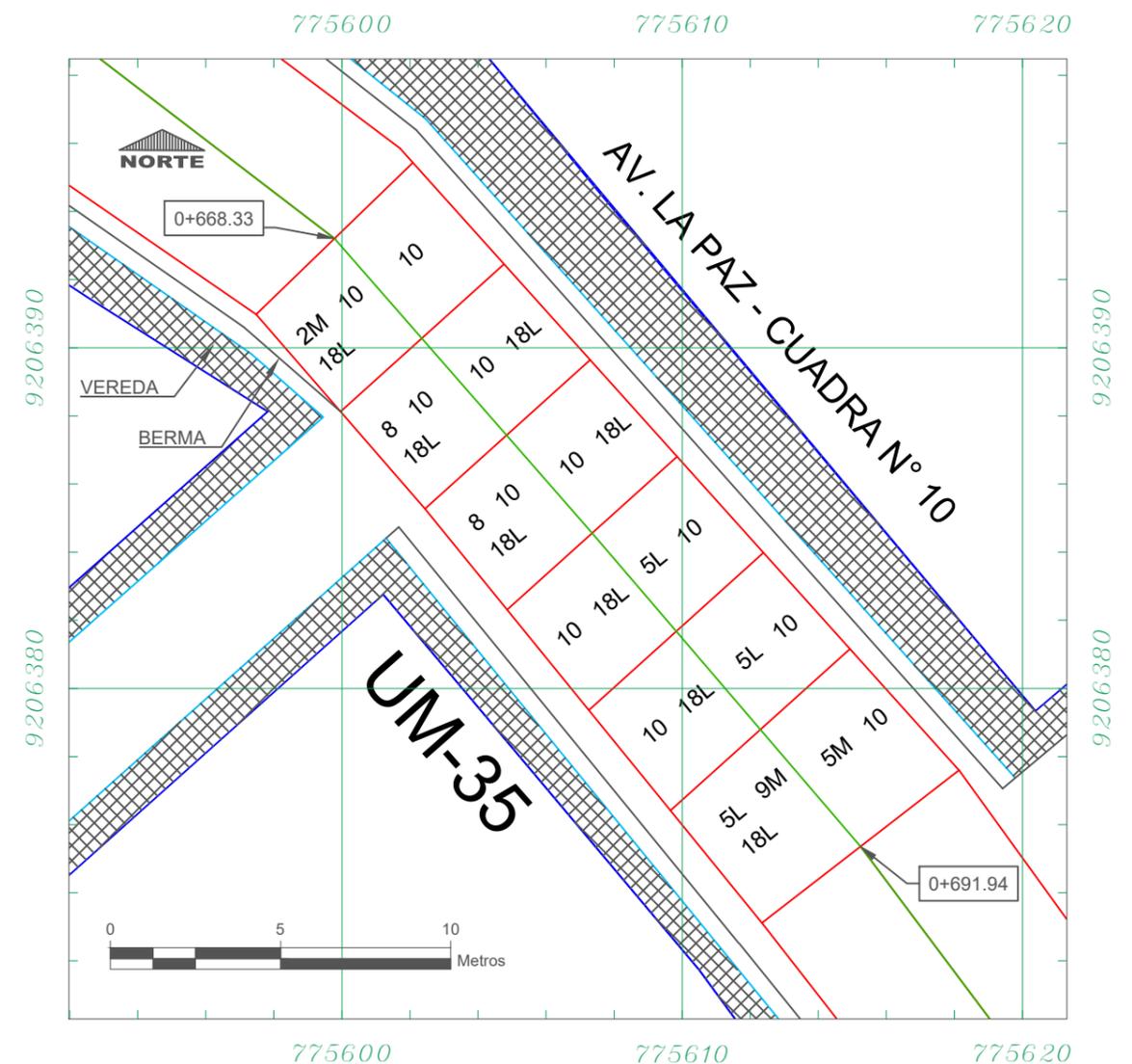


UM-33: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
40.02	59.98	BUENO

UM - 33: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	1	8.33%	5.23
1M	2	16.67%	12.4
3L	2	16.67%	13.87
5L	1	8.33%	8.75
5M	1	8.33%	18.6
7L	1	8.33%	1.69
7M	1	8.33%	2.64
9L	4	33.33%	6.18
10	11	91.67%	9.4
18L	3	25.00%	9.18



UM-35: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
46.37	53.63	REGULAR

UM - 35: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	1	8.33%	7.38
5L	3	25.00%	24.60
5M	1	8.33%	18.60
8	2	16.67%	0.00
9M	1	8.33%	2.61
10	12	100.00%	10.00
18L	8	66.67%	22.97

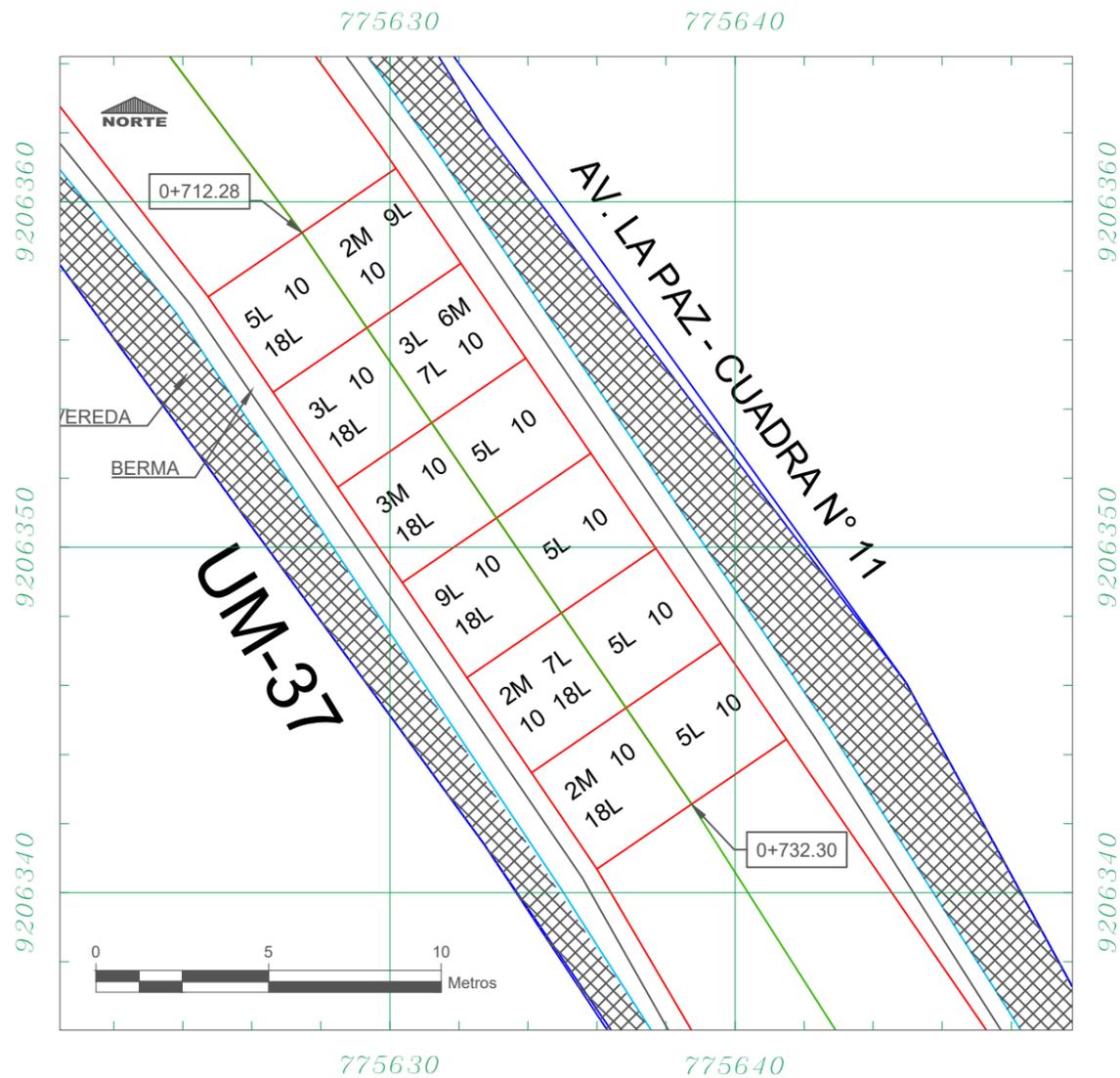
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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 / Bema
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-33 y UM-35	CÓDIGO: UM 33 UM 35
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	FECHA: Cajamarca 2020



UM-37: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
60.58	39.42	MALO

UM - 37: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

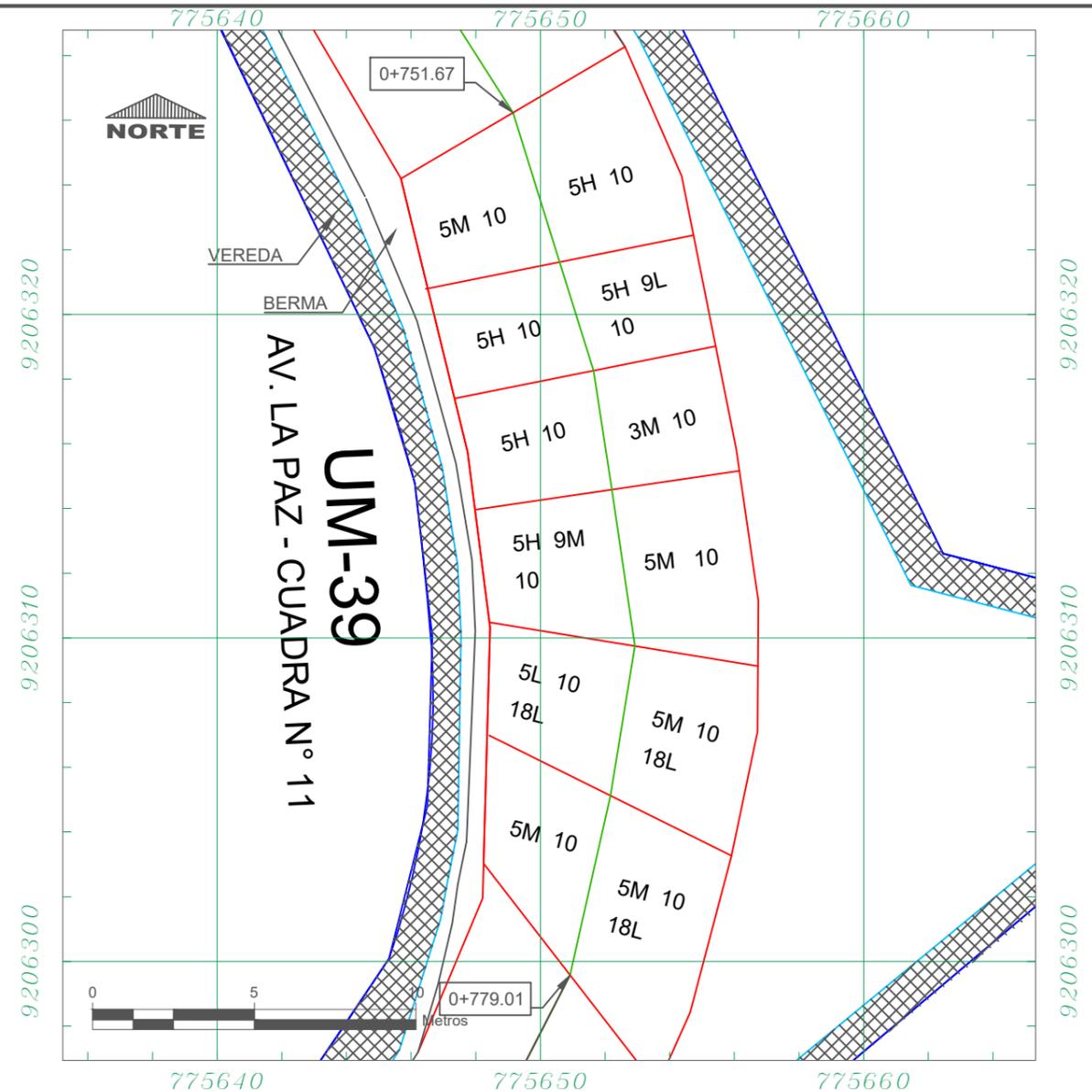
Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
2M	3	25.00%	17.48
3L	2	16.67%	13.87
3M	1	8.33%	11.93
5L	4	33.33%	30.35
5M	1	8.33%	18.60
7L	2	16.67%	2.38
9L	2	16.67%	1.98
10	12	100.00%	10.00
18L	6	50.00%	19.38

UM-39: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
87.38	12.62	MUY MALO

UM - 39: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
3M	1	8.33%	11.93
5L	1	8.33%	8.75
5M	5	41.67%	52.32
5H	5	41.67%	70.47
9L	1	8.33%	0.71
9M	1	8.33%	2.12
10	12	100.00%	10.00
18L	3	25.00%	9.18



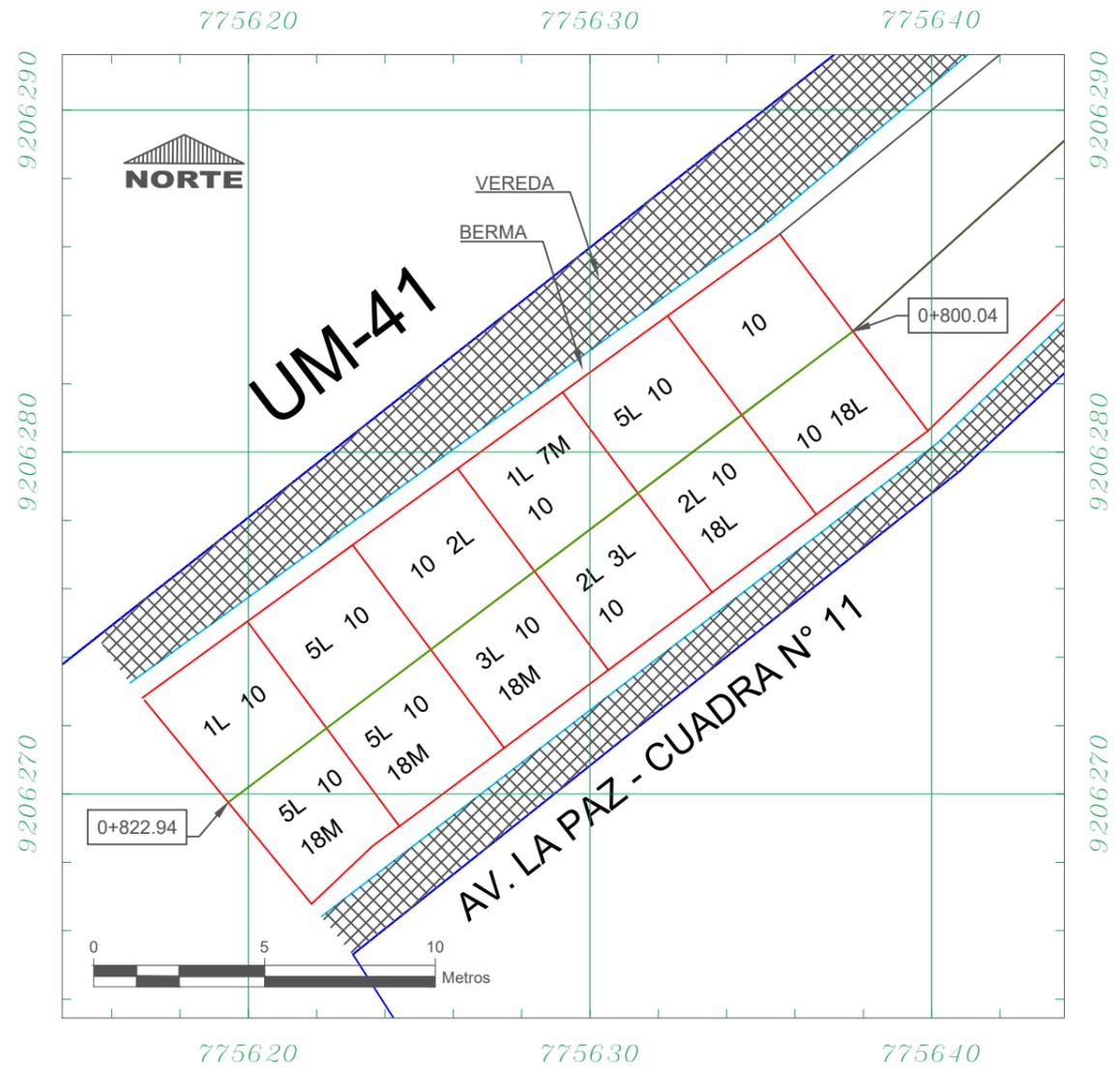
LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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 / Bema
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-37 y UM-39	CÓDIGO: UM 37 UM 39
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	



UM - 41: FALLAS Y VALOR DEDUCIDO

Falla	N° Losas	Densidad (%)	Valor deducido
1L	2	16.67%	9.20
2L	3	25.00%	12.87
3L	1	8.33%	6.43
5L	3	25.00%	24.60
7M	1	8.33%	2.64
10	12	100.00%	10.00
18L	2	16.67%	4.90
18M	3	25.00%	16.04

UM-41: ESTADO DEL PAVIMENTO

CDV max	PCI	CALIFICACIÓN
42.87	57.13	BUENO

LEYENDA	
	LINEA MUNICIPAL
	CUNETA
	CALZADA
	VEREDA
	BERMA
UM	UNIDADES DE MUESTREO
PCI	ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

N°	TIPO DE FALLA COMUNES
1	Grietas Longitudinales.
2	Grietas Transversales y/o Diagona
3	Grietas de Esquina.
4	Grietas de durabilidad "D".
5	Grietas en Bloque. losa dividida
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 / Bema
15	Hundimiento (Punzamiento).
16	Exudación y Bombeo.
17	Parche Pequeño Deteriorado.
18	Parche Grande Deteriorado.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL	ESCALA: 1:200
PLANO: UNIDAD DE MUESTREO UM-41	CÓDIGO: UM 41
TESISTA: Bach. JUÁN RICHARD CHUQUIMANGO BUSTAMANTE	FECHA: Cajamarca 2020
ASESOR: Ing. WILIAN PRÓSPERO QUIROZ GONZÁLES	