

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL
PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS
JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN
EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”**

PRESENTADO POR:

Bach. en Ing. MURILLO HUACCHA, Santiago

ASESOR:

Ing. RODRÍGUEZ GUEVARA, Ever

CAJAMARCA – PERÚ

2019

Copyright © 2021 by
SANTIAGO MURILLO HUACCHA
Todos los derechos reservados

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y haberme brindado una madre tan hermosa, bondadosa y un padre ejemplar.

A mi padre José Murillo Castrejón quien a cada día me incentivo con sus consejos y me brindo un apoyo incondicional.

A mi madre Ángela Huaccha Intor quien a cada día con su oración ilumino mi vida y me inculco desde muy niño valores y a no rendirme jamás y seguir adelante.

A mis hermanos que siempre me apoyaron moral y económicamente, quienes con sus consejos día a día hicieron posible el sueño que siempre tuve.

Bach. en Ing. MURILLO HUACCHA SANTIAGO

AGRADECIMIENTO

A dios por haberme permitido alcanzar mis metas trazadas.

A mi madre Ángela Huaccha Intor por haber creído en mí y apoyarme durante toda mi vida para ser un profesional de éxito, y a mi difunto padre José Murillo Castrejón quien era mi motivo y mi mayor inspiración para seguir adelante.

A mis hermanos quienes me motivaron día a día a poder superarme con su apoyo incondicional y me mostraron el valor de la unión familiar a ellos les debo mucho y agradezco de corazón.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA por haberme brindado los conocimientos necesarios para mi formación académica profesional, a través de los catedráticos de la facultad de ingeniería, escuela académico profesional de ingeniería civil.

A los catedráticos que me apoyaron en la elaboración de mi tesis, tanto mi asesor como el jurado calificador.

Bach. en Ing. MURILLO HUACCHA SANTIAGO

INDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE.....	v
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	2
1.5 ALCANCES Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.5.1 Alcances de la investigación.....	2
1.5.2 Limitaciones.....	2
1.6 OBJETIVOS.....	2
1.6.1 Objetivo General.....	2
1.6.2 Objetivos específicos	2
CAPÍTULO II. MARCO TEORICO	4
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS	4
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	4
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.....	4
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	6
2.2 BASES TEÓRICAS	8
2.2.1 PAVIMENTO	8

2.2.1.1	Definición de Pavimento.....	8
2.2.1.2	Características que debe reunir un Pavimento	8
2.2.1.3	Desempeño del Pavimento	9
2.2.2	ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.....	10
2.2.2.1	Losa o capa de rodamiento.....	10
2.2.2.2	Base	10
2.2.2.3	Subbase.....	10
2.2.2.4	Subrasante	10
2.2.3	CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS	10
2.2.3.1	Pavimentos Flexibles.....	11
2.2.3.2	Pavimentos Semi-rígidos.....	11
2.2.3.3	Pavimentos Rígidos.....	11
2.2.3.4	Pavimentos articulados.....	12
2.2.4	COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS	12
2.2.5	COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO.....	14
2.2.5.1	Comportamiento Funcional.....	14
2.2.5.2	Comportamiento Estructural	15
2.2.6	EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE	15
2.2.6.1	Evaluación Funcional.....	15
2.2.6.2	Evaluación Estructural	16
2.2.6.3	Evaluación Visual.	16
2.2.7	DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS	16
2.2.8	TIPOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS.....	18
a.	Clasificación y cuantificación de los deterioros de un pavimento asfáltico en el método VIZIR.....	18
b.	Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)..	19
2.2.9	TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDOS.....	20

2.2.10	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO.....	50
2.3	DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS	53
CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS		55
3.1	UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN.....	55
3.1.1	Ubicación Política.....	55
3.1.2	Ubicación Geográfica	58
3.1.3	Tiempo en el que se realizó la investigación	58
3.2	MATERIALES E INSTRUMENTOS	58
3.3	DISEÑO METODOLOGICO	61
3.3.1	Procedimiento.	61
3.3.2	Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.....	64
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		66
4.1	ESTUDIO DE TRÁFICO	66
4.2	CONTEO VEHICULAR.....	66
4.3	CÁLCULO DEL IMDs.....	74
4.4	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA VIA EN ESTUDIO.....	77
4.5	RESULTADOS	78
4.6	Resultados de la evaluación PCI de la UM-01.....	81
4.7	Resultados de la evaluación PCI de la UM-02.....	97
4.8	Resultados de la evaluación PCI de la UM-03.....	100
4.9	Resultados de la evaluación PCI de la UM-04.....	103
4.10	Resultados de la evaluación PCI de la UM-05.....	106
4.11	Resultados de la evaluación PCI de la UM-06.....	109
4.12	Resultados de la evaluación PCI de la UM-07	112
4.13	Resultados de la evaluación PCI de la UM-08.....	115
4.14	Resultados de la evaluación PCI de la UM-09.....	118

4.15	Resultados de la evaluación PCI de la UM-10	121
4.16	Resultados de la evaluación PCI de la UM-11	124
4.17	Resultados de la evaluación PCI de la UM-12	127
4.18	Resultados de la evaluación PCI de la UM-13	130
4.19	Resultados de la evaluación PCI de la UM-14	133
4.20	Tipos de fallas con mayor incidencia presentes en el Jr. Huánuco	136
4.21	Resumen de evaluación PCI de las unidades de muestreo.	137
4.22	Resumen de la condición del pavimento rígido del jr. Huánuco.....	138
4.23	Contrastación de Hipotesis	140
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		141
5.1.	CONCLUSIONES.....	141
5.2.	RECOMENDACIONES	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		144
ANEXO A.....		146
A.1.	Tablas y ábacos de valores deducidos para pavimentos de concreto	146
ANEXO B.....		166
B.1.	Panel fotográfico.....	166
ANEXO C.....		182
C.1.	PLANOS.....	182

INDICE DE TABLAS

TABLA	Pág.
Tabla 1: Rangos de clasificación del PCI	20
Tabla 2: Niveles de Severidad para Losa Dividida.....	25
Tabla 3: Niveles de Severidad para Escala.	28
Tabla 4: Niveles de Severidad para Punzonamiento.....	40
Tabla 5: Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina.....	45
Tabla 6: Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta	47
Tabla 7: Resumen del manual de daños en vías con superficie en concreto rígido... 49	
Tabla 8: Coordenadas UTM del tramo en estudio	58
Tabla 9: Exploración de tipos de fallas de las Unidades Muestrales.....	59
Tabla 10: Evaluación del índice de condición (PCI)	60
Tabla 11: Conteo de tráfico vehicular - lunes 12-07-21	67
Tabla 12: Conteo de tráfico vehicular - martes 13-07-21	68
Tabla 13: Conteo de tráfico vehicular - miércoles 14-07-21	69
Tabla 14: Conteo de tráfico vehicular - jueves 15-07-21	70
Tabla 15: Conteo de tráfico vehicular - viernes 16-07-21	71
Tabla 16: Conteo de tráfico vehicular - sábado 17-07-21	72
Tabla 17: Conteo de tráfico vehicular - domingo 18-07-21	73
Tabla 18: Tráfico vehicular semanal	74
Tabla 19: Cálculo del índice medio diario semanal.....	75
Tabla 20: Índice medio diario semanal - composición del trafico.....	75
Tabla 21: Delimitación del Jr. Huánuco en tramos.....	79
Tabla 22: Exploración de tipos de fallas de la UM - 01	81
Tabla 23: Valores deducidos de la falla 23, severidad media (M) de la UM-01	84
Tabla 24: Valores deducidos de la falla 29, severidad leve (L) de la UM-01	85

Tabla 25: Valores deducidos de la falla 29, severidad media (M) de la UM-01	87
Tabla 26: Valores deducidos para la falla 30, severidad media (M) de la UM – 01 .	89
Tabla 27: Valores deducidos para determinar el Max CDV de la UM – 01.....	92
Tabla 28: Tabla de valores deducidos totales para determinar el valor deducido corregido CDV de la UM - 01	93
Tabla 29: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 01.....	96
Tabla 30: Exploración de tipos de fallas de la UM - 02	97
Tabla 31: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 02.....	99
Tabla 32: Exploración de tipos de fallas de la UM - 03	100
Tabla 33: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 03.....	102
Tabla 34: Exploración de tipos de fallas de la UM - 04	103
Tabla 35: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 04.....	105
Tabla 36: Exploración de tipos de fallas de la UM - 05	106
Tabla 37: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 05.....	108
Tabla 38: Exploración de tipos de fallas de la UM - 06	109
Tabla 39: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 06.....	111
Tabla 40: Exploración de tipos de fallas de la UM - 07	112
Tabla 41: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 07.....	114
Tabla 42: Exploración de tipos de fallas de la UM - 08	115
Tabla 43: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 08.....	117
Tabla 44: Exploración de tipos de fallas de la UM - 09	118
Tabla 45: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 09.....	120
Tabla 46: Exploración de tipos de fallas de la UM - 10	121
Tabla 47: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 10.....	123
Tabla 48: Exploración de tipos de fallas de la UM -11	124
Tabla 49: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM -11.....	126

Tabla 50: Exploración de tipos de fallas de la UM - 12	127
Tabla 51: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM -12.....	129
Tabla 52: Exploración de tipos de fallas de la UM - 13	130
Tabla 53: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 13.....	132
Tabla 54: Exploración de tipos de fallas de la UM - 14	133
Tabla 55: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 14.....	135
Tabla 56: Incidencia de fallas por unidad de muestreo UM-01 a UM-07	136
Tabla 57: Incidencia de fallas por unidad de muestreo UM-08 a UM-14	136
Tabla 58: Incidencia de fallas en la calle de estudio.....	137
Tabla 59: Evaluación PCI de las unidades de muestreo	138
Tabla 60: Estado de condición del pavimento del Jr. Huánuco.....	139
Tabla 61: Valores deducidos de la falla Blowup/Buckling (21).....	146
Tabla 62: Valores deducidos de la falla Grieta de Esquina (22).....	147
Tabla 63: Valores deducidos de la falla Losa Dividida (23)	148
Tabla 64: Valores deducidos de la falla Grieta de durabilidad “D” (24).....	149
Tabla 65: Valores deducidos de la falla Escala (25).....	150
Tabla 66: Valores deducidos de la falla Desnivel Carril / Berma (27).....	151
Tabla 67: Valores deducidos de la falla Grietas Lineales (28)	152
Tabla 68: Valores deducidos de la falla Parcheo Grande (29)	153
Tabla 69: Valores deducidos de la falla Parcheo Pequeño (30)	154
Tabla 70: Valores deducidos de la falla Pulimento de Agregados (31).....	155
Tabla 71: Valores deducidos de la falla Popouts (32)	156
Tabla 72: Valores deducidos de la falla Bombeo (33).....	157
Tabla 73: Valores deducidos de la falla Punzonamiento (34)	158
Tabla 74: Valores deducidos de la falla Cruce de Vía Férrea (35).....	159
Tabla 75: Valores deducidos de la falla Desconchamiento (36).....	160

Tabla 76: Valores deducidos de la falla Grietas de Retracción (37).....	161
Tabla 77: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de esquina (38)	162
Tabla 78: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de Junta (39).....	163
Tabla 79: Valores deducidos totales para determinar el CDV.....	164

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág.
Figura 1: Deterioro de los pavimentos a través del tiempo	14
Figura 2: Clasificación general de los deterioros de los pavimentos asfálticos.....	17
Figura 3: Blowup / Buckling de baja severidad.....	22
Figura 4: Blowup / Buckling de severidad media.....	22
Figura 5: Blowup / Buckling de alta severidad.....	22
Figura 6: Grieta de esquina de baja severidad.	24
Figura 7: Grieta de esquina de severidad media.	24
Figura 8: Grieta de esquina de alta severidad.	24
Figura 9: Losa dividida de baja severidad.	25
Figura 10: Losa dividida de severidad media.	26
Figura 11: Losa dividida de alta severidad.	26
Figura 12: Grieta de durabilidad de baja severidad.	27
Figura 13: Grieta de durabilidad de severidad media.	27
Figura 14: Grieta de durabilidad de alta severidad.	28
Figura 15: Escala de baja severidad.....	29
Figura 16: Escala de severidad media.....	29
Figura 17: Escala de alta severidad.....	29
Figura 18: Daño del sello de junta de baja severidad.	31

Figura 19: Daño del sello de junta de severidad media.	31
Figura 20: Daño del sello de junta de alta severidad.	31
Figura 21: Desnivel carril / berma de baja severidad.	32
Figura 22: Desnivel carril / berma de severidad media.	32
Figura 23: Desnivel carril / berma de alta severidad.	32
Figura 24: Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.	34
Figura 25: Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.	34
Figura 26: Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.	35
Figura 27: Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.	36
Figura 28: Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media. ..	36
Figura 29: Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.	36
Figura 30: Parche pequeño de baja severidad.	37
Figura 31: Parche pequeño de severidad media.	37
Figura 32: Parche pequeño de alta severidad.	37
Figura 33: Pulimento de agregados.	38
Figura 34: Popout.	39
Figura 35: Bombeo.	40
Figura 36: Punzonamiento de baja severidad.	41
Figura 37: Punzonamiento de severidad media.	41
Figura 38: Punzonamiento de alta severidad.	41
Figura 39: Cruce de vía férrea de baja severidad.	42
Figura 40: Cruce de vía férrea de severidad media.	42
Figura 41: Cruce de vía férrea de alta severidad.	43
Figura 42: Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.	44
Figura 43: Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de severidad media. .	44
Figura 44: Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad.	44

Figura 45: Grietas de contracción.....	45
Figura 46: Descascaramiento de esquina de baja severidad.....	46
Figura 47: Descascaramiento de esquina de severidad media.....	46
Figura 48: Descascaramiento de esquina de alta severidad.....	46
Figura 49: Descascaramiento de junta de baja severidad.....	48
Figura 50: Descascaramiento de junta de severidad media.....	48
Figura 51: Descascaramiento de junta de alta severidad.....	48
Figura 52: Ubicación geográfica de la Región Cajamarca.....	55
Figura 53: Ubicación geográfica de la Provincia de Cajamarca.....	56
Figura 54: Ubicación geográfica del Distrito de Cajamarca.....	56
Figura 55: Ubicación del tramo en estudio - vista satelital.....	57
Figura 56: Ubicación del tramo en estudio - vista en planta.....	57
Figura 57: Variación diaria de vehículos ligeros y pesados.....	74
Figura 58: Composición vehicular.....	76
Figura 59: Sección Transversal Típica del Jr. Huánuco desde C-15 hasta C-2.....	77
Figura 60: Fallas existentes en la UM - 01.....	82
Figura 61: Valores deducidos de la falla 23, severidad Media (M) de la UM - 01 ..	83
Figura 62: Valores deducidos de la falla 29, severidad leve (L) de la UM - 01.....	87
Figura 63: Valores deducidos de la falla 29, severidad media (M) de la UM - 01...	89
Figura 64: Valores deducidos de la falla 30, severidad media (M) de la UM - 01...	91
Figura 65: Valor deducido corregido CDV de la UM - 01.....	92
Figura 66: Clasificación PCI de la UM - 01.....	95
Figura 67: Fallas existentes en la UM - 02.....	98
Figura 68: Clasificación PCI de la UM - 02.....	98
Figura 69: Fallas existentes en la UM - 03.....	101
Figura 70: Clasificación PCI de la UM - 03.....	101

Figura 71: Fallas existentes en la UM - 04	104
Figura 72: Clasificación PCI de la UM - 04	104
Figura 73: Fallas existentes en la UM - 05	107
Figura 74: Clasificación PCI de la UM - 05	107
Figura 75: Fallas existentes en la UM - 06	110
Figura 76: Clasificación PCI de la UM - 06	110
Figura 77: Fallas existentes en la UM - 07	113
Figura 78: Clasificación PCI de la UM - 07	113
Figura 79: Fallas existentes en la UM - 08	116
Figura 80: Clasificación PCI de la UM - 08	116
Figura 81: Fallas existentes en la UM - 09	119
Figura 82: Clasificación PCI de la UM - 09	119
Figura 83: Fallas existentes en la UM - 10	122
Figura 84: Clasificación PCI de la UM - 10	122
Figura 85: Fallas existentes en la UM - 11	125
Figura 86: Clasificación PCI de la UM -11	125
Figura 87: Fallas existentes en la UM - 12	128
Figura 88: Clasificación PCI de la UM - 12	128
Figura 89: Fallas existentes en la UM - 13	131
Figura 90: Clasificación PCI de la UM - 13	131
Figura 91: Fallas existentes en la UM - 14	134
Figura 92: Clasificación PCI de la UM - 14	134
Figura 93: Incidencia de fallas en la calle de estudio	137
Figura 94: Evaluación PCI de las unidades de muestreo.....	138
Figura 95: Clasificación PCI del Jr. Huánuco	139
Figura 96: Clasificación PCI del jirón Huánuco.....	140

Figura 97: Valores deducidos de la falla Blowup/Buckling (21)	146
Figura 98: Valores deducidos de la falla Grieta de Esquina (22)	147
Figura 99: Valores deducidos de la falla Losa Dividida (23)	148
Figura 100: Valores deducidos de la falla Grieta de durabilidad “D” (24)	149
Figura 101: Valores deducidos de la falla Escala (25)	150
Figura 102: Valores deducidos de la falla Desnivel Carril / Berma (27)	151
Figura 103: Valores deducidos de la falla Grietas Lineales (28).....	152
Figura 104: Valores deducidos de la falla Parcheo Grande (29)	153
Figura 105: Valores deducidos de la falla Parcheo Pequeño (30)	154
Figura 106: Valores deducidos de la falla Pulimento de Agregados (31)	155
Figura 107: Valores deducidos de la falla Popouts (32)	156
Figura 108: Valores deducidos de la falla Bombeo (33)	157
Figura 109: Valores deducidos de la falla Punzonamiento (34)	158
Figura 110: Valores deducidos de la falla Cruce de Vía Férrea (35)	159
Figura 111: Valores deducidos de la falla Desconchamiento (36)	160
Figura 112: Valores deducidos de la falla Grietas de Retracción (37)	161
Figura 113: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de esquina (38).....	162
Figura 114: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de Junta (39)	163
Figura 115: Determinar el valor deducido corregido CDV	165

RESUMEN

La investigación de tesis se realizó en la ciudad de Cajamarca, durante los meses de mayo a setiembre del 2020 planteándose como objetivo principal evaluar el estado de conservación del pavimento rígido del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali, según el índice de condición del Pavimento (PCI). El procedimiento inició mediante la observación y conteo de la cantidad de losas, habiendo un total de 372 losas a estudiar, luego se procedió a determinar las unidades de muestreo resultando 14 unidades, seguidamente se elaboró una ficha de exploración para cada unidad de muestreo en la cual se anotó la cantidad, el tipo de falla y el nivel de severidad en cada losa, posteriormente se realizó el procesamiento de datos en gabinete, determinando para cada unidad de muestreo (UM) su índice de condición del pavimento (PCI) la cual varía de [0 – 100], siendo 0 el estado fallado y 100 el estado excelente. Los resultados finales obtuvieron un índice PCI promedio de 39.77 el cual se encuentra dentro del rango [40 – 25] clasificando así que el Jr. Huánuco se encuentra en un estado actual de conservación MALO, además las fallas con mayor incidencia es el parcheo grande con 333 losas que representan el 56.25% del total, estas fallas da lugar a las demás fallas como son grietas lineales, parcheo pequeño, losa dividida, descascaramiento de junta, de esquina, grietas de esquina y escala con menor incidencia. En conclusión, el pavimento ya ha cumplido su vida útil.

PALABRAS CLAVES: Pavimento, Concreto Rígido, Evaluación, Conservación, Índice de Condición del Pavimento (PCI)

ABSTRACT

The thesis research was carried out in the city of Cajamarca, during the months of May to September 2020 proposing as the main objective to evaluate the state of conservation of the rigid pavement of the Huánuco shred between the Urrelo and Ucayali shreds, according to the Pavement Condition Index (PCI). The procedure began by observing and counting the number of slabs, having a total of 372 slabs to study, then, the sampling units were determined, resulting in 14 units, then an exploration sheet was prepared for each sampling unit in which the quantity, type of failure and severity level in each slab were noted. data processing in the cabinet, determining for each sampling unit (UM) its pavement condition index (PCI) which varies from [0 - 100], with 0 being the failed state and 100 the excellent state. The final results obtained an average PCI index of 39.77 which is within the range [40 - 25] thus classifying that the Jr. Huánuco is in a current state of BAD conservation, in addition the failures with the highest incidence is the large patching with 333 slabs that represent 56.25% of the total, these failures give rise to other failures such as linear cracks, small patching, divided slab, joint peeling, corner, corner and scale cracks with less incidence. In conclusion, the pavement has already reached its useful life.

KEYWORDS: Pavement, Rigid Concrete, Evaluation, Conservation, Pavement Condition Index (PCI)

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las vías urbanas dentro de una ciudad son un medio de transporte predominante en el desarrollo, por estas vías nos movilizamos y trasladamos productos y mercancías propias de la zona, necesarias para el consumo del departamento, así como del país.

En el transcurso de su periodo de vida útil de las vías pavimentadas se presentan muchas deficiencias como pueden ser grietas, fisuras, asentamientos, deformaciones, intensidad de tránsito circulante, entre otros, así como también problemas de la propia naturaleza como sismos, lluvias, huaicos, etc.

En la actualidad el Jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali de la ciudad de Cajamarca está constituido de pavimento rígido y se encuentra con muchas deficiencias, por lo que se puede observar en dicho jirón la presencia de fallas superficiales como grietas de esquina, losa dividida, grietas longitudinales, baches, parches, daño de sello de junta, entre otros, los cuales generan problemas de transitabilidad y circulación adecuada de vehículos y peatones.

En el presente estudio se determinará el estado actual del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali y se evaluará los diferentes daños que se ocasiona en el pavimento para que de esta manera podamos determinar la gravedad del daño y dar una rehabilitación al pavimento.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el estado actual del pavimento rígido según el Índice de Condición del Pavimento (PCI) del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali – Cajamarca 2019?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se justifica por la necesidad de determinar el estado actual del pavimento rígido del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali, utilizando el método del PCI, con ello conoceremos las patologías, el nivel de daño y severidad.

Con los resultados obtenidos de dicha evaluación brindar alternativas de solución para su conservación vial.

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

El pavimento rígido del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali – Cajamarca – 2019 presenta un mal estado de conservación, según el índice de condición de pavimento (PCI).

1.5 ALCANCES Y LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Alcances de la investigación

La evaluación del estado del pavimento rígido se realizará en el jirón Huánuco, entre los jirones Urrelo y Ucayali – Cajamarca – 2019, perteneciente a la provincia y departamento de Cajamarca, los alcances de la investigación se realizarán mediante un inventario manual e inspección visual del grado de afectación, tipo de daño, nivel de severidad que se tiene sobre la condición del pavimento.

1.5.2 Limitaciones

En el presente proyecto se realizará una evaluación de tipo funcional, se presentan limitaciones, tales como la presencia de gran volumen de tráfico durante el día, debido a que es un jirón principal de mucha circulación vehicular.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

- Evaluar el estado de conservación del pavimento rígido del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali – Cajamarca – 2019, según el índice de condición del Pavimento (PCI).

1.6.2 Objetivos específicos

- Identificar y clasificar las fallas funcionales del tramo en estudio, basándonos en el método (PCI).
- Determinar el grado de deterioro del pavimento rígido del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali.
- Brindar soluciones que vayan de acuerdo al tratamiento de las fallas funcionales de las calles del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali.
- Realizar el levantamiento topográfico del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali.

CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

La presente investigación estará contenida de cinco capítulos:

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN: Se presentará el planteamiento del problema, la formulación del problema, justificación, formulación de la hipótesis, alcances y limitaciones y los objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO: Se presentará los antecedentes teóricos (Internacionales, Nacionales y Locales), bases teóricas y definición de términos básicos.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS: Presentará la ubicación – localización, materiales, el diseño metodológico y procedimiento.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS: se presentará los resultados, la descripción, explicación y discusión como también la contrastación de hipótesis.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ANEXOS: se presentará el Panel fotográfico, Ábacos según el manual de PCI, Planos.

CAPÍTULO II. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

Amaya y Rojas (2017) en su investigación, pretende realizar un análisis comparativo entre las metodologías Vizir y PCI mediante un inventario manual y auscultación visual de la superficie de rodadura del pavimento flexible de la Avenida Boyacá entre las calles 26 (Avenida del Dorado) y 93A, clasificando los tipos de daño y registrando estos resultados en formatos de acuerdo a las metodologías empleadas. La conclusión que se obtiene muestra resultados similares, por la metodología PCI una clasificación excelente y por la metodología VIZIR una clasificación buena, finalmente resaltan que la metodología PCI cuenta con un mayor rango de calificación a diferencia del rango de calificación de VIZIR que es reducido, por lo tanto, la metodología PCI es más precisa.

Puga Álvarez, CN. (2018) en su trabajo de titulación “Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)” pretende realizar una evaluación superficial – funcional del pavimento rígido, identificando y clasificando los tipos de fallas mediante una inspección visual de la superficie de rodadura, utilizando el método del PCI. El tramo estudiado es la avenida Loja entre la Av. de las Américas – Av. 10 de agosto. La conclusión a la que se ha llegado es 60% parches grandes, 42% losa dividida, 70% grietas lineales, siendo estas tres fallas las que han atacado mayormente al tramo en estudio.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES.

Camposano y García (2012) en su investigación, pretende realizar una identificación del estado situacional en la que se encuentra la vía ingreso a la ciudad de Chupaca, verificando la calidad de desempeño de la vía y determinando el deterioro físico, además se ha identificado alternativas de solución, haciendo uso de la metodología PCI. El tramo de la vía a intervenir es la vía ingreso a la ciudad de Chupaca Av. 24 de Junio y Av. Argentina. La conclusión a la que se ha llegado según el método PCI mediante una inspección visual y diagnóstico vial es que el estado actual de la pavimentación es REGULAR con un índice PCI de 51 según los rangos de clasificación, indicándose que el pavimento se encuentra en condiciones de circulación normal, pero se debe realizar un mantenimiento intensivo.

Sánchez, AE. (2016) en su investigación, se plantea como objetivo general hacer una evaluación del estado de preservación del pavimento flexible de la calle Rafael Sanzio, tramo Mercado Santa Rosa el Bosque – Av. Ricardo Palma de la ciudad de Trujillo – La Libertad, utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI) mediante una inspección visual y clasificación de las patologías que presente la pavimentación. Los resultados obtenidos al final de esta investigación se presentan como un estado BUENO con un índice PCI de 65 para el tramo 01, un estado de pavimento MALO para el tramo 02 con un índice PCI de 31, el tramo 03 presenta un estado de pavimento BUENO con un PCI de 64, finalmente el tramo 04 con un índice PCI de 65 presenta un estado de pavimentación BUENO. Las patologías con un nivel de incidencia baja, media y alta que afectaron a la calle Rafael Sanzio fueron los parches, huecos, desprendimientos de agregados, pulimiento de agregados, agrietamiento en bloque entre otras. Finalmente hacen una recomendación a las autoridades que le den una debida importancia al mantenimiento de sus vías para conservar su estado óptimo de serviciabilidad.

Vásquez, EY. (2016) elaboro una investigación con el objetivo principal de evaluar la condición operacional del pavimento rígido de las pistas del Barrio Yanachaca, en la ciudad del distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash, desarrollando una inspección visual, identificando la clase, densidad, severidad de las patologías, y aplicando la metodología del índice de condición del pavimento, hallar un índice (PCI) para determinar dicha condición operacional. Los resultados que se obtuvieron fue un índice PCI promedio de 65.60 el cual indica un estado de conservación BUENO para la pavimentación. Las patologías que hallaron con mayor frecuencia en las pistas del Barrio Yanachaca fueron las grietas lineales con una densidad de 16.02%, losa dividida presentes en 97 paños y con una densidad de 13.40%, Parcheo grande, con 44 paños y una densidad de 6.08%, Pulimento de agregados, con 41 paños y una densidad de 5.66%, Grieta de esquina, con 35 paños y una densidad de 4.83%; Parcheo pequeño, con 10 paños y una densidad de 1.38%; Descascaramiento de junta, 08 paños y una densidad de 1.10% y Descascaramiento de esquina, con 01 paños y una densidad de 0.14%. Finalmente, recomiendan que la municipalidad provincial de Huaylas incremente políticas, estrategias y fiscalización eficiente para el cumplimiento de las especificaciones y proyectos bien diseñados.

Espinoza, TE. (2010) en su tesis se planteó el objetivo de determinar el tipo y nivel de patologías de la pavimentación de la provincia de Huancabamba, en el departamento de Piura, además se planteó como objetivo específico determinar el índice de integridad estructural y la condición operacional de la pavimentación. La metodología usada es el índice de condición del pavimento (PCI) la cual consiste en hacer una inspección visual para identificar las patologías o fallas y clasificarlas obteniendo de esta manera un índice PCI del 1 al 100 mediante el cual se clasificará la pavimentación. La conclusión a la que se ha llegado es que se obtuvo un índice PCI promedio de 50% correspondiente a un estado de conservación de pavimento REGULAR. Las patologías con mayor incidencia que se obtuvieron son grietas lineales con un 40.65%, pulimento de agregados 29.00%, grietas de esquina 22.77%, escala con 7.11%.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Solano, B. (2014) elaboro una investigación en la que se plantea como objetivo general evaluar el estado actual del pavimento rígido del Jirón Junín, en las cuadras 1,2,3,4 y 5 de la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca, identificando el grado de severidad, determinando y clasificando los diferentes tipos de fallas. Esto se dio utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI), llegando a la conclusión que el jr. Junín presenta un estado de conservación BUENO indicando un índice PCI de 56.90% en promedio de las 11 unidades de muestreo que se tenía. Las fallas más frecuentes que se hallaron son las grietas longitudinales con un nivel de severidad grave, grietas transversales con una severidad moderada, daño de sello de junta y parches grandes.

León, C. (2014) en su investigación se plantea hacer un análisis del estado de conservación del pavimento flexible del jr. Chanchamayo de la ciudad de Cajamarca, aplicado a 5 cuadras, mediante la evaluación y clasificación de los tipos de daños encontrados utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI). Como resultado final se obtuvo un estado de conservación vial MUY MALO con un índice PCI de 13, ya que presenta baches muy profundos y sería necesario una reconstrucción. La severidad de daños a la que concluyeron es que el 55% se encuentra fallado, el 27% en un estado muy malo, el 9% malo y finalmente el 9% regular. Finalizando se hace una recomendación que se debería hacer una reconstrucción integral de la vía y que se debería elaborar un plan de mantenimiento vial y de drenaje.

Fernández, A. (2018) elaboro una investigación se planteó como objetivo general evaluar la condición de superficie del pavimento rígido de la calle Villanueva Pinillos de la ciudad de Jaén – Cajamarca, la cual se encuentra ubicada en la parte urbana central, observando que la mayoría de losas de esta calle están en condiciones no adecuadas de serviciabilidad, presentando fallas superficiales diversas en, clase, número y grado de severidad. Esta investigación se realizó utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI) haciendo un diagnóstico definitivo, llegando a la conclusión que la calle evaluada muestra un estado superficial del pavimento MUY BUENO, con un índice PCI de 80.84. Los tipos de patologías o fallas que se pudieron identificar en la evaluación del pavimento fueron: En un 1.51% presenta grieta de esquina (22), un 1.94% presenta losa dividida (23), un 1.08% presenta escala(25), un 0.65% presenta daño del sello de la junta(26),un 1.30% presenta grietas lineales (28), un 6.70% presenta parche grande (29), un 1.30% presenta parche pequeño(30),un 64.79% presenta pulimento de agregados (31),un 2.24% presenta popouts (32),un 2.16% presenta punzonamiento(34), un 14.25% presenta desconchamiento (36),un 0.22% presenta descascaramiento de esquina (38) y un 0.86% presenta descascaramiento de junta (39).

Quinde, JA. (2013) en su tesis se plantea como objetivo general evaluar las principales deficiencias de la estructura actual del pavimento rígido de la Calle las Begonias de la urbanización las Flores de la Ciudad de Jaén – Cajamarca, detectando los deterioros del pavimento. Esta evaluación lo realizo aplicando la metodología del PCI, a través de mediciones e inspección es visuales identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. La conclusión a la que llego al realizar esta evaluación es que presenta un estado actual REGULAR con un índice ponderado PCI de 46.36%, siendo las deficiencias más frecuentes medidas en las cuatro cuadras de la calle las Begonias: grietas de esquina, grietas diagonales, grietas longitudinales, grietas transversales, diseño del sello de juntas, descascaramiento de esquina, desconchamiento, parcheo grande, parcheo pequeño, pulimento de agregado.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 PAVIMENTO

2.2.1.1 Definición de Pavimento

El pavimento según Flores (2008) es una “estructura que se diseña y se forma mediante un conjunto de capas construidas sobre el suelo de fundación, con la finalidad de ser utilizado como una superficie apta para el libre tránsito de vehículos” (p. 17), por otro lado, Montejo (2002) afirma “un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados” (p. 1).

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (Montejo, 2002, p. 1).

2.2.1.2 Características que debe reunir un Pavimento

Según Montejo (2002)

Un pavimento para cumplir adecuadamente sus funciones debe reunir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo
- Presentar una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos, por cuanto a ella tiene una decisiva influencia en la seguridad vial. Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Debe presentar una regularidad superficial, tanto transversal y longitudinal, que permite una adecuada comodidad a los usuarios en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de las velocidades de circulación.
- Debe ser durable.
- Presenta condiciones adecuadas respecto al drenaje.
- El ruido de rodadura, en el interior de los vehículos que afectan a los usuarios, así como en el exterior, que influye en el entorno, debe adecuadamente moderado.

- Debe ser económico.
- Debe poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos, y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito (p. 2).

2.2.1.3 Desempeño del Pavimento

En el capítulo 2 de Diseño de Pavimentos – AASHTO 93, la “performance” o desempeño de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural o funcional medible a lo largo de su período de diseño. El público usuario le asigna valores subjetivos de acuerdo a su calidad de rodadura, seguridad, aspecto y conveniencia.

La capacidad funcional comprende:

- Calidad aceptable de rodadura.
- Adecuada fricción superficial.
- Geometría apropiada para la seguridad vial.
- Apariencia (Estética).

La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales.

La capacidad estructural y funcional están íntimamente relacionadas. En efecto, un deterioro estructural de un pavimento se manifiesta por una disminución de su capacidad funcional ya que hay un incremento en rugosidad, ruido y un riesgo para los vehículos y ocupantes que lo transiten. No obstante, hay otros tipos de fallas estructurales que pueden progresar sin que los usuarios lo noten hasta etapas muy avanzadas. También puede haber una pérdida de capacidad funcional sin que esto implique pérdida de capacidad estructural (ej. pérdida de resistencia a la fricción que se traduce en una vía resbaladiza) (p. 13)

2.2.2 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

2.2.2.1 Losa o capa de rodamiento

La losa es llamada también capa de rodamiento, según Morales (2005) define “la losa es de concreto de cemento portland. El factor mínimo de cemento debe determinarse en base a ensayos de laboratorio y por experiencia previas de resistencia y durabilidad (p. 5), a lo que flores (2008) complementa que “este es el elemento del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos y peatones” (p. 20).

2.2.2.2 Base

La base según Flores (2008) “Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub-base. Generalmente se usa en los pavimentos flexibles y se compone de materiales pétreos con buena distribución granulométrica” (p. 19).

2.2.2.3 Subbase

Morales (2005) menciona que “la capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; (...)”. (p. 4), a lo que Flores (2008) concuerda que la subbase “es una capa de materiales pétreos de buena graduación construida sobre la sub-rasante, este elemento subyace a la capa base cuando ésta es necesaria, (...), en ocasiones resulta conveniente colocar una sub-base cuando las especificaciones son más exigentes” (p. 18).

2.2.2.4 Subrasante

Es el suelo que sirve de fundación para todo el paquete estructural, se define como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura del pavimento; es decir, que es el terreno de cimentación del mismo. Puede ser también el suelo natural, pero si éste es deficiente se debe seleccionar un material de buena calidad (Flores, 2008, p. 17).

2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

Según Montejo (2002) en nuestro medio los pavimentos se clasifican en: pavimentos flexibles, pavimentos semi-rígidos o semi-flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos articulados.

2.2.3.1 Pavimentos Flexibles

Montejo (2002) define su estructura como un tipo de pavimentos que están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra (p. 2).

2.2.3.2 Pavimentos Semi-rígidos

Este tipo de pavimento tiene la misma estructura que los pavimentos flexibles, la diferencia es que una de sus capas de encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad de modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, ya que los que materiales adecuados se encuentran en a largas distancias las cuales elevarían los costos de construcción. (Montejo,2002, p. 5)

2.2.3.3 Pavimentos Rígidos

Según Montejo (2002) son aquellos que fundamentalmente están constituidas por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante.

La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento (p. 5).

Funciones de las capas de un pavimento rígido

Montejo (2002) señala algunas funciones de los pavimentos rígidos:

La subbase.

- La función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas.

- Servir como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento.
- Facilitar los trabajos de pavimentación.
- Mejorar el drenaje y reducir al mínimo la acumulación de agua bajo el pavimento.
- Ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de tales cambios volumétricos sobre el pavimento.
- Mejorar en parte la capacidad de soporte del suelo de la subrasante.

Losa de Concreto.

- Debe proporcionar una superficie uniforme y estable de tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos de tránsito.
- Impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- Función estructural de soportar y transmitir el nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen (p. 5,7)

2.2.3.4 Pavimentos articulados

Según Montejo (2002):

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricado, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento (p. 7).

2.2.4 COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS

En esta parte hablaremos sobre el comportamiento del pavimento según Flores (2008) en su investigación (p. 31-33)

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, el cual ha llegado a considerarse como normal debido a la frecuencia con que se presenta, los indicadores (deterioros del pavimento) de cada una de las etapas de este ciclo son diferentes según el tipo de pavimento, sin embargo, la tendencia en la evolución de la estructura a través del tiempo es común y puede describirse de la siguiente manera:

A. Etapa de construcción

Un pavimento puede haber tenido una buena construcción o haber presentado algunos defectos durante esta etapa, o bien haber sido claramente deficientes tanto la etapa de diseño como la de ejecución. De cualquier forma, cuando la estructura entra en servicio, esta suele encontrarse en excelentes condiciones, satisfaciendo plenamente las necesidades de los usuarios. (Flores, 2008)

B. Etapa de deterioro lento y poco visible

Durante algunos años, el pavimento experimenta un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodamiento y en menor medida en el resto de su estructura. Este desgaste es producido por los diversos tipos de vehículos que circulan sobre él, también por la influencia que ejercen otros factores como el clima, la radiación solar, el agua de lluvias, cambios de temperatura, etc. (Flores, 2008)

C. Etapa de deterioro acelerado y de quiebre

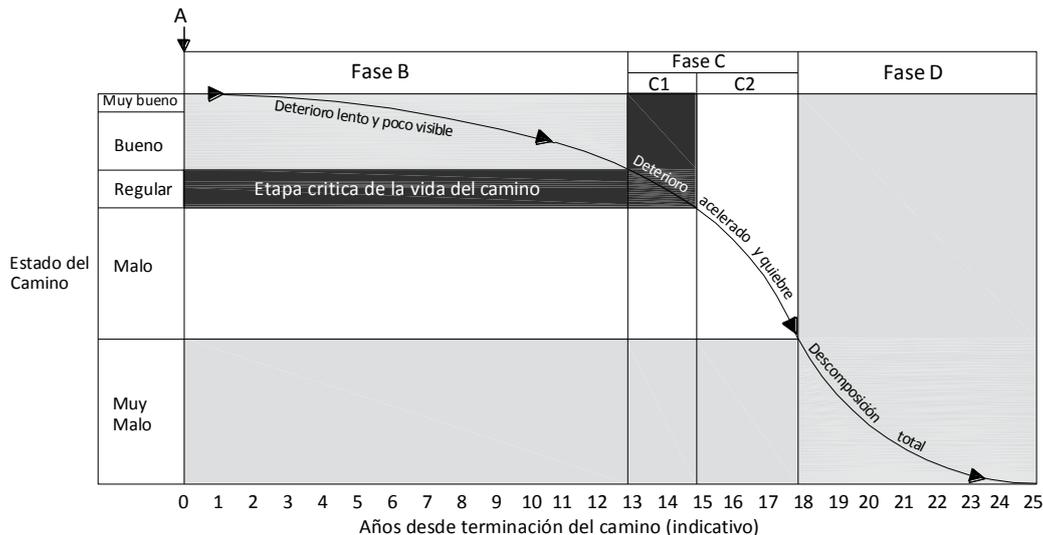
Luego de varios años de uso, el pavimento entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito. Al inicio de esta etapa, la estructura básica del pavimento se conserva intacta y las fallas en la superficie son menores, por eso el usuario común tiene la impresión que este se mantiene aún bastante sólido. Sin embargo, no es así, ya que cada vez se pueden observar más daños en la superficie y comienza a deteriorarse la estructura básica, la cual no es visible. Entonces, podemos asegurar que cuando en la superficie de un pavimento se detectan graves fallas a simple vista, la estructura básica del pavimento está seriamente dañada. Los daños al inicio son puntuales, pero luego se van extendiendo en la mayor parte del pavimento, cuando esto ocurre la destrucción es acelerada; si no se interviene en algún momento durante esta etapa el pavimento llega al punto de quiebre en el cual se produce una falla generalizada, tanto en la superficie como en la estructura básica.

A medida que se desarrolla esta etapa, los vehículos circulan experimentando una cantidad creciente de molestias a causa de las irregularidades de la superficie, tales como: grietas, baches, depresiones y deformaciones. (Flores, 2008)

D. Etapa de descomposición total

Constituye la última etapa de la existencia de un pavimento, y puede durar varios años, lo primero que se observa es la pérdida de la capa de rodadura, ya que cada vez que pasa un vehículo pesado se desprenden trozos de ésta, por lo que al final la vía termina siendo un camino de grava, y a la larga, de tierra. (Flores, 2008)

Figura 1: Deterioro de los pavimentos a través del tiempo



Fuente: Tomado de Flores, 2008:33.

2.2.5 COMPORTAMIENTO DEL PAVIMENTO DE CONCRETO

2.2.5.1 Comportamiento Funcional

Teniendo en cuenta a Morales (2005) “el comportamiento funcional de un pavimento de concreto está asociado a la capacidad funcional que tiene para brindar una superficie segura y cómoda al usuario” (p. 30).

Entre las características que predominan el comportamiento funcional de un pavimento rígido es la regularidad o rugosidad superficial, además están:

- Textura.
- Adecuada fricción superficial.
- Trazado de la carretera, incluyendo peralte y radio de curvatura.
- Fisuras.

La regularidad o rugosidad superficial es la característica más percibida por el usuario ya que afecta la calidad de la rodadura. Se relaciona con los efectos de las vibraciones,

tales como niveles de deterioros, probabilidad de dañar a las mercancías transportadas, desgaste de los vehículos y consumo de energía.

La textura de un pavimento es un parámetro que influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interfase rueda-pavimento, que tiene gran importancia para la adecuada adherencia entre la rueda y el pavimento.

La fricción superficial de un pavimento es la fuerza desarrollada en la interfase rueda pavimento que resiste el deslizamiento cuando se aplican las fuerzas de frenado.

El trazado de la carretera se relaciona con los cambios angulares vertical y horizontal del pavimento. Carreteras con pendientes longitudinales extremas son antieconómicas y peligrosas.

La aparición de fisuras es el primer aviso de una carretera con problemas. Es señal de tensiones, debidas a condiciones climáticas o de cargas de tráfico que han sobrepasado los límites de la resistencia del pavimento.

2.2.5.2 Comportamiento Estructural

El comportamiento estructural del pavimento de concreto está asociado a la capacidad estructural que tiene para soportar o resistir las solicitaciones de carga al que estará sometido durante su período de vida útil; ya que las cargas de los vehículos pesados producen una pérdida lenta y progresiva de la capacidad de soporte de la estructura del pavimento. (Morales, 2005, p. 31)

2.2.6 EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO EXISTENTE

la evaluación de un pavimento consiste en determinar los daños existentes en éste, así como las causas de origen. Asimismo, tiene por objeto establecer un diagnóstico que permita seleccionar y proyectar la solución de mantenimiento o rehabilitación más adecuada para cada uno de los tramos homogéneos en que puede dividirse la carretera en estudio. (Morales, 2005, p. 35)

2.2.6.1 Evaluación Funcional

Según Morales (2005) “Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento” (p. 36), esta inspección superficial se puede realizar por diferentes métodos, como en el caso de la presente investigación, se realizara la evaluación funcional utilizando la

metodología del índice de condición del pavimento (PCI), para evaluar y determinar el estado actual de conservación del jirón Huánuco – Cajamarca.

2.2.6.2 Evaluación Estructural

Según INVIAS (2008) “La evaluación estructural consiste en el examen de toda la información recolectada en relación con las deflexiones, los espesores y las pruebas destructivas, con el fin de alcanzar un juicio sobre la condición estructural actual del pavimento; (...)” (p. 219), es decir Morales (2005) “(...) se refiere a una apreciación de los tramos cuyo estado de deterioro ha decaído hasta un nivel en el cual el pavimento ha reducido su capacidad de resistir cargas; y cualquier programa de mantenimiento tradicional ya no es factible” (p. 43). Por lo que concluimos que dichos pavimentos deben ser rehabilitados para que vuelvan a ser transitables.

2.2.6.3 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 sobre capa 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 sobre capa de refuerzo. (Morales, 2005, p. 46)

2.2.7 DETERIORO DE LOS PAVIMENTOS

Según Flores (2008) refiriéndose a los deterioros del pavimento afirma que:

Los pavimentos fallan en modos diversos y por causas variadas, los daños más frecuentes dependen del tipo de estructura del pavimento, de los materiales empleados en su construcción y de las condiciones climáticas en las que la estructura se encuentra sometida. El agrietamiento por fatiga, la deformación longitudinal permanente que causa el aumento sostenido del IRI, y el agrietamiento térmico, son los modos de fallo más frecuentes (p. 48).

Según el INVIAS (2008) en su guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras nos dice que:

Existen muchos tipos de deterioros en los pavimentos asfálticos y diferentes niveles de gravedad para cada tipo. Estos deterioros se deben identificar considerando tres factores:

A. Tipo.

Los deterioros se agrupan esencialmente en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como un primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea esta la acción del tránsito, sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción, como se resume en la tabla siguiente: (INVIAS, 2008, p. 63).

Figura 2: Clasificación general de los deterioros de los pavimentos asfálticos

CLASE	TIPO DE DETERIORO	CAUSADO ORIGINALMENTE POR EL TRÁNSITO	CAUSADO ORIGINALMENTE POR LOS MATERIALES, EL CLIMA O LA CONSTRUCCIÓN
Fisuramientos ¹	Fisuramiento por fatiga (grietas longitudinales en la huella y piel de cocodrilo)	X	
	Fisuramiento en bloque		X
	Fisuramiento de borde		X
	Fisuramiento longitudinal (no de fatiga)		X
	Fisuramiento Transversal		X
	Fisuras parabólicas		X
	Fisuras de reflexión	X	X
Deformaciones	Ahuellamiento	X	
	Abultamiento		X
	Depresiones (baches)		X
	Desplazamientos de borde		X
	Deterioro de parches	X	X
	Expansiones		X
Desprendimientos	Separación entre calzada y berma		X
	Pulimiento de agregados	X	
	Ojos de pescado	X	
	Descascaramiento		X
	Pérdida de película de ligante		X
	Pérdida de agregado		X
Afloramientos	Exudación		X
	Afloramiento de agua		X
	Afloramiento de finos	X	X
Otros deterioros	Desintegración de los bordes del pavimento	X	
	Escalonamiento entre calzada y berma		X
	Erosión de las bermas		X
	Segregación		X

Fuente: Tomado de INVIAS (2008): Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras: 64

Otra clasificación de los deterioros es de acuerdo a la relación que tiene los deterioros con el comportamiento estructural del pavimento, tenemos:

Los deterioros estructurales. Comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constructivas de la calzada, es una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el periodo de diseño de la estructura en las zonas afectadas. (INVIAS, 2008, p. 65)

Los deterioros funcionales. Que pueden estar acompañados o no de los anteriores, comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, si le impide cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios. (INVIAS, 2008, p. 65)

B. Gravedad.

Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importante deberán ser las medidas para su corrección. (INVIAS, 2008, p. 65)

C. Extensión.

Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción puede estar referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometidos a evaluación. (INVIAS, 2008, p. 65)

2.2.8 TIPOS DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS

Hay varios métodos de evaluación, clasificación y cuantificación de pavimentos que se aplican para evaluar una pavimentación, entre algunos métodos están:

a. Clasificación y cuantificación de los deterioros de un pavimento asfáltico en el método VIZIR

Según INVIAS (2008) define:

El método VIZIR clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B.

Los deterioros del tipo A, caracterizan una condición estructural del pavimento, sea que ella esté ligada a las condiciones de las diversas capas del pavimento y el suelo de subrasante o, simplemente, a las capas asfálticas. Se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada (...). Estos deterioros comprenden las deformaciones y los fisuramientos ligados a la fatiga del pavimento. (INVIAS, 2008, p. 67)

Los deterioros del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra, más bien, en deficiencias constructivas y en condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los deterioros del tipo B se pueden citar los fisuramientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los desprendimientos y los afloramientos. (INVIAS, 2008, p. 67)

En conclusión, el método VIZIR, es un método de comprensión y aplicación simple, que establece una diferencia entre las fallas estructurales y las fallas funcionales.

b. Índice de Condición del Pavimento (PCI - Pavement Condition Index)

Según Vásquez (2002) en su manual PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI): PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS nos define a la metodología PCI para la evaluación de pavimentos (p. 2).

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 la siguiente tabla se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 1: *Rangos de clasificación del PCI*

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

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:2.

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

2.2.9 TIPOS DE FALLAS EN PAVIMENTOS RIGIDOS.

Según Vásquez (2002) en su manual PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI): PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS, nos habla sobre la metodología PCI para evaluar pavimentos flexibles y rígidos, además establece un manual de daños para identificar la calidad de tránsito y determinar el nivel de severidad de daños. (p. 9)

A continuación, se detallará el manual de daños en vías con superficie en concreto de cemento portland. (p. 46-81)

A. BLOWUP – BUCKLING.

Descripción: Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Niveles de severidad.

L = Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M= Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H = Causa una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida.

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

Opciones de Reparación.

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

Figura 3: *Blowup / Buckling de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:47.

Figura 4: *Blowup / Buckling de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:47.

Figura 5: *Blowup / Buckling de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:47.

B. GRIETA DE ESQUINA.

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

Niveles de severidad.

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

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

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

Medida.

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

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

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

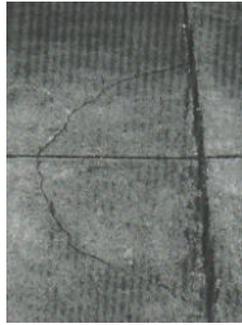
Opciones de Reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

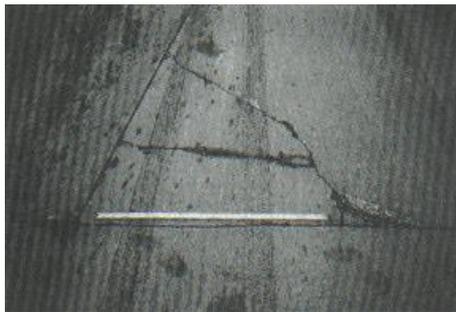
H: Parcheo profundo.

Figura 6: *Grieta de esquina de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:49.

Figura 7: *Grieta de esquina de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:49.

Figura 8: *Grieta de esquina de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:49.

C. 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 el siguiente cuadro, se anotan los niveles de severidad para losas divididas.

Tabla 2: *Niveles de Severidad para Losa Dividida.*

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

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:50.

Medida.

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

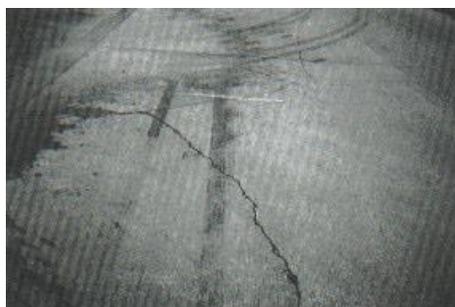
Opciones de reparación.

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa.

Figura 9: *Losa dividida de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:51.

Figura 10: *Losa dividida de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:51.

Figura 11: *Losa dividida de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:51.

D. 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 12: *Grieta de durabilidad de baja severidad.*



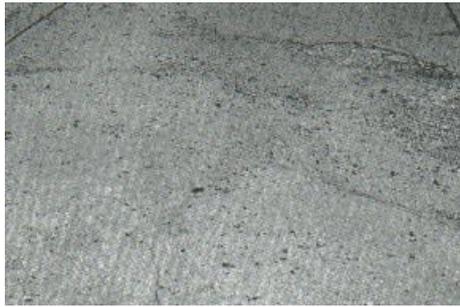
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:53.

Figura 13: *Grieta de durabilidad de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:53.

Figura 14: *Grieta de durabilidad de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:53.

E. ESCALA

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

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

Niveles de severidad.

Se definen por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 3: *Niveles de Severidad para Escala.*

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

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:54.

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 15: *Escala de baja severidad.*



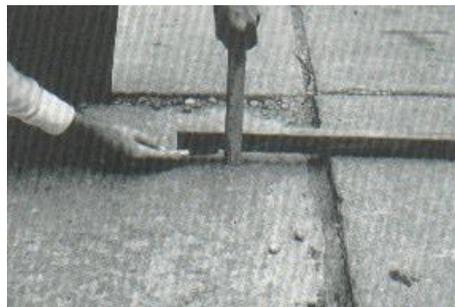
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:55.

Figura 16: *Escala de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:55.

Figura 17: *Escala de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:55.

F. DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA

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

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

Niveles de severidad.

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

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

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

Medida.

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Resellado de juntas.

H: Resellado de juntas.

Figura 18: *Daño del sello de junta de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:57.

Figura 19: *Daño del sello de junta de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:57.

Figura 20: *Daño del sello de junta de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:57.

G. 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.

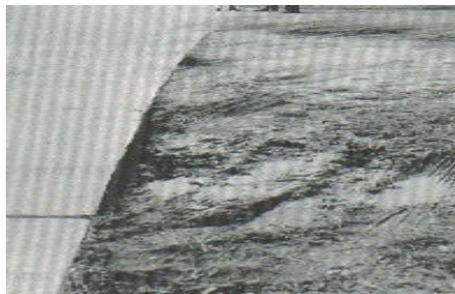
L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.

Figura 21: *Desnivel carril / berma de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:59.

Figura 22: *Desnivel carril / berma de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:59.

Figura 23: *Desnivel carril / berma de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:59.

H. 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 24: *Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:61.

Figura 25: *Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:61.

Figura 26: *Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:61.

I. PARCHE GRANDE (mayor de 0.45 m²) Y ACOMETIDAS DE SERVICIO PUBLICO.

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

Niveles de severidad.

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

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

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

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 de reparación.

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

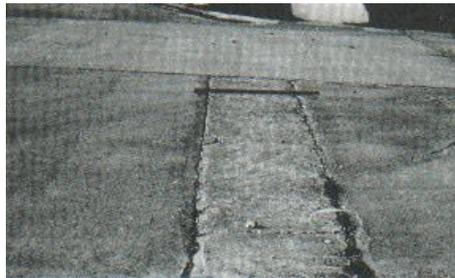
H: Reemplazo del parche.

Figura 27: *Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:63.

Figura 28: *Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:63.

Figura 29: *Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:63.

J. 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 de Reparación.

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche.

Figura 30: *Parche pequeño de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:65.

Figura 31: *Parche pequeño de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:65.

Figura 32: *Parche pequeño de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:65.

K. 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 33: *Pulimento de agregados.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:66.

L. POPOUTS.

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

Niveles de severidad.

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

Medida.

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

Opciones de reparación.

L, M y H: No se hace nada.

Figura 34: *Popout.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:67.

M. BOMBEO.

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

Niveles de severidad

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

Medida

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

Opciones de reparación

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

Figura 35: *Bombeo.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:69.

N. 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 4: *Niveles de Severidad para Punzonamiento*

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

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:70.

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 36: *Punzonamiento de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:71.

Figura 37: *Punzonamiento de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:71.

Figura 38: *Punzonamiento de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:71.

O. 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 39: *Cruce de vía férrea de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:73.

Figura 40: *Cruce de vía férrea de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:73.

Figura 41: *Cruce de vía férrea de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:73.

P. DESCONCHAMIENTO, MAPAS 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 esta descamada en más del 15% de su área.

Medida.

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

Opciones de 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 42: *Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:75.

Figura 43: *Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:75.

Figura 44: *Desconchamiento / Mapa de grietas / Craquelado de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:75.

Q. 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 45: *Grietas de contracción.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:76.

R. DESCASCAMIENTO DE ESQUINA.

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

Niveles de severidad.

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

Tabla 5: *Niveles de Severidad para Descascamiento de Esquina.*

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

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:77.

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 46: *Descascaramiento de esquina de baja severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:78.

Figura 47: *Descascaramiento de esquina de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:78.

Figura 48: *Descascaramiento de esquina de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:78.

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

Tabla 6: *Niveles de Severidad Descascaramiento de Junta*

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	>0.6 m
Duros. No puede removerse	< 102 mm	L	L
fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	>102 mm	L	L
Sueltos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	L	M
Desaparecidos. La mayoría, o todos los fragmentos han sido removidos.	< 102 mm	L	M
	>102 mm	M	H

Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:79.

Medida.

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

Opciones de reparación.

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

Figura 49: *Descascaramiento de junta de baja severidad.*



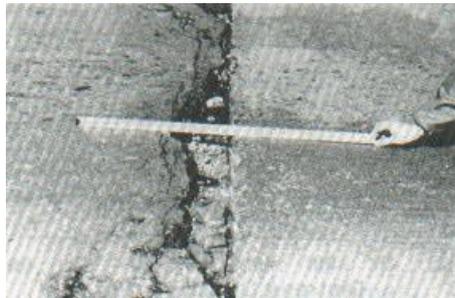
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:80.

Figura 50: *Descascaramiento de junta de severidad media.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:80.

Figura 51: *Descascaramiento de junta de alta severidad.*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002:80.

Tabla 7: Resumen del manual de daños en vías con superficie en concreto rígido.

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS	CÓDIGO DE LA FALLA	RANGOS DE MEDICIÓN / NIVELES DE SEVERIDAD		
		LEVE (L)	MEDIANA (M)	ALTA (H)
Blowup / Buckling	21	sin medición (S/M)	S/M	S/M
Grieta de Esquina	22	S/M	S/M	S/M
Losa Dividida	23	4 -5 pedazos	6-8 pedazos	> a 8 pedazos
Grieta de Durabilidad “D”	24	< 15% área de la losa	> 15% área de la losa/no se desprende	> 15% A. de la losa /se desprende
Escala	25	3-10 mm	10-19 mm	> 19 mm
Sello de Junta	26	S/M	S/M	S/M
Desnivel Carril / Berma	27	25 - 51 mm	51 - 102 mm	> 102 mm
Grietas Lineales (G. longitudinales, lineales y diagonales)	28	< 12 mm	12 - 51 mm	> 51 mm
Parqueo Grande (Mayor a 0.45 m2)	29	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Parqueo Pequeño (Menor a 0.45 m2)	30	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Pulimento de Agregados	31	S/M	S/M	S/M
Popouts	32	< 25 mm	25 - 102 mm	> 102 mm
Bombeo	33	S/M	S/M	S/M
Punzonamiento	34	2 -3 pedazos	4 - 5 pedazos	> a 5 pedazos
Cruce de Vía Férrea	35	S/M	S/M	S/M
Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado	36	solo se visualiza	<15% área de la losa	> 15% área de la losa
Grietas de Retracción	37	S/M	S/M	S/M
Descascaramiento de Esquina	38	profundidad < 25 mm	profundidad (25 - 51) mm	profundidad > 51 mm
Descascaramiento de Junta	39	< (ancho 102 mm/largo 600 mm)	entre ancho 102 mm/largo 600 mm	> (ancho 102 mm/largo 600 mm)

Fuente: Tomado de Fernández, A. 2018: 33.

2.2.10 PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

El procedimiento de evaluación de un pavimento comprende varias etapas, y según Vásquez (2002) “la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin”. (p. 2) y luego la etapa de gabinete en el cual se da el procesamiento de datos, análisis y discusión de resultados.

1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Pavimentos Rígidos

En pavimentos rígidos con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **20 ± 8 losas**. (Vásquez, 2002, p. 3)

2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. (Vásquez, 2002, p. 4-5)

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

Donde:

- n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
- σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), *todas las unidades deberán evaluarse*. (Vásquez, 2002, p. 5)

3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

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

$$i = \frac{N}{n} \quad \dots\dots\dots \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

N : Número total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

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

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

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. (Vásquez, 2002, p. 5)

4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

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

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “*unidad adicional*” en lugar de una “*unidad representativa*” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección. (Vásquez, 2002, p. 5-6)

5. Evaluación de la Condición: (Vásquez, 2002, p. 6)

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo.

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

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

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

2.3 DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS

Pavimento: “un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados” (Montejo, 2002, p. 1).

Pavimentos Rígidos: “son aquellos que fundamentalmente están constituidas por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido” (Montejo, 2002, p. 5).

Losa o capa de rodamiento: “este es el elemento del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos y peatones” (Flore, 2008, p. 20).

Base: “Constituye la capa intermedia entre la capa de rodamiento y la sub-base. Generalmente se usa en los pavimentos flexibles y se compone de materiales pétreos con buena distribución granulométrica” (Flores, 2008, p. 19).

Subbase: “la capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; (...)”. (Morales, 2005, p. 4)

Subrasante: Es el suelo que sirve de fundación para todo el paquete estructural, se define como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura del pavimento; es decir, que es el terreno de cimentación del mismo. Puede ser también el suelo natural, pero si éste es deficiente se debe seleccionar un material de buena calidad (Flores, 2008, p. 17).

Evaluación Funcional: “Se entiende por evaluación funcional la inspección superficial realizada en una vialidad con el objeto de determinar los deterioros que afectan al usuario, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento” (Morales, 2005, p. 36),

Evaluación Estructural: “Consiste en el examen de toda la información recolectada en relación con las deflexiones, los espesores y las pruebas destructivas, con el fin de alcanzar un juicio sobre la condición estructural actual del pavimento; (...)” (INVIAS, 2008, p. 219),

Evaluación Visual: Se define como la observación periódica del mismo, con el fin de determinar la naturaleza y extensión de los deterioros en el pavimento existente. (Morales, 2005, p. 46)

Los deterioros estructurales: Comprenden aquellos defectos de la superficie cuyo origen es la degradación de una o más capas constructivas de la calzada, es una magnitud tal, que se puede considerar que se ha vencido o está por vencer el periodo de diseño de la estructura en las zonas afectadas. (INVIAS, 2008, p. 65)

Los deterioros funcionales. Comprenden defectos asociados fundamentalmente con la capa asfáltica superficial que, aunque no guardan relación con el comportamiento estructural de la calzada, si le impide cumplir la función prevista, causando peligros o incomodidades a los usuarios. (INVIAS, 2008, p. 65)

Índice de condición de pavimento (PCI): 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. (Vásquez, 2002, p. 2)

Muestra: Es una parte seleccionada ya sea de forma aleatoria o según un procedimiento estadístico elegido para representar a la población en su estudio a realizar. para representarla en su estudio seleccionado según la norma correspondiente o un procedimiento estadístico aceptado, para representar a toda la población.

Patología. Se conoce con este nombre a una serie de fallas en el pavimento.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y METODOS

3.1 UBICACIÓN - LOCALIZACIÓN

La presente investigación de tesis se realizará en el pavimento rígido del jirón Huánuco, entre los jirones Urrelo (cuadra 15) y Ucayali (cuadra 02) de la ciudad de Cajamarca, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

3.1.1 Ubicación Política

La ubicación política se detalla de la siguiente manera:

Calle : Jr. Huánuco

Ciudad : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Departamento : Cajamarca

Figura 52: Ubicación geográfica de la Región Cajamarca



Fuente: adaptado de:

https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/SInst1_Politico_administrativo.pdf

Figura 53: Ubicación geográfica de la Provincia de Cajamarca

MAPA REGIONAL DE CAJAMARCA

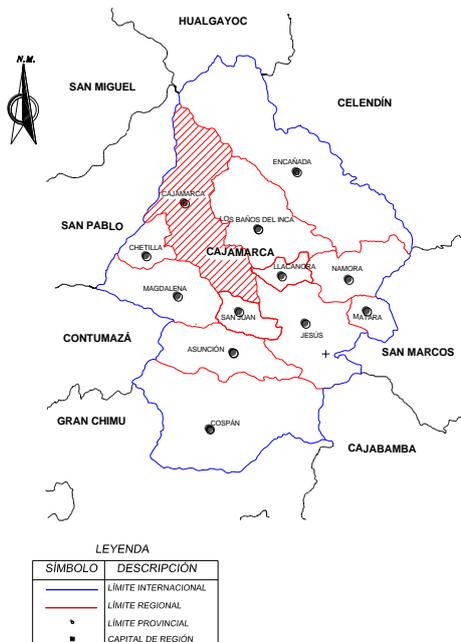


Fuente: adaptado de

https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/SInst1_Politico_administrativo.pdf

Figura 54: Ubicación geográfica del Distrito de Cajamarca

MAPA PROVINCIAL DE CAJAMARCA



Fuente: adaptado de

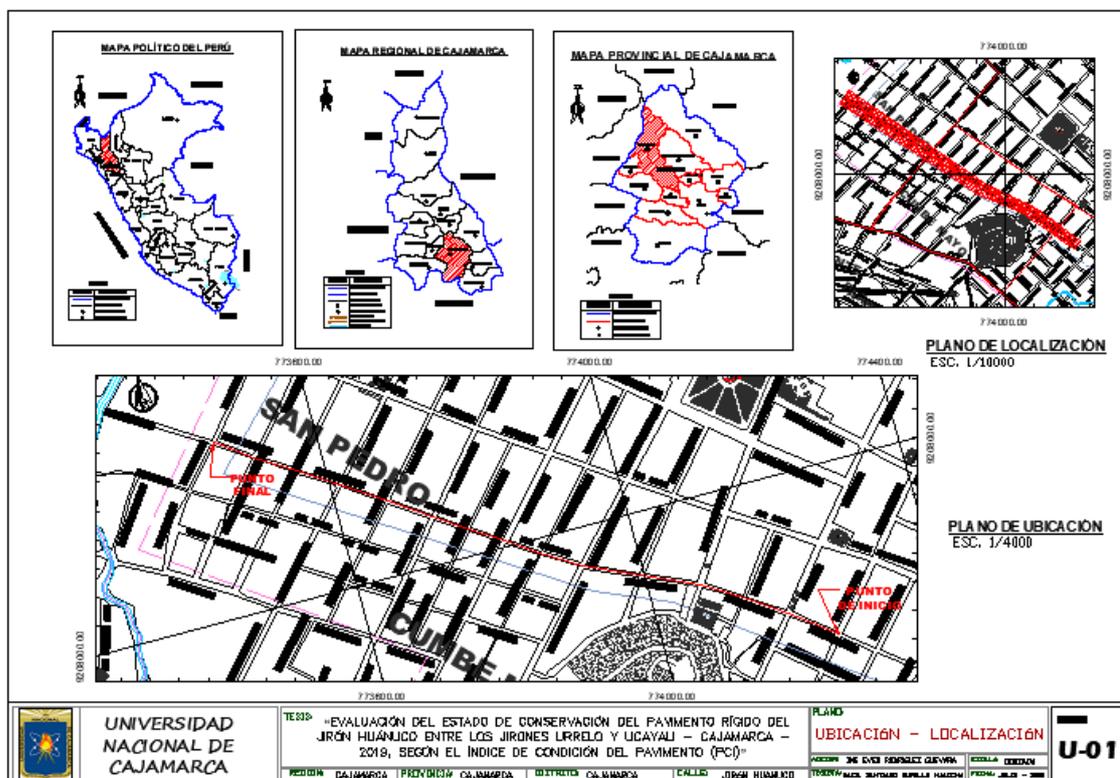
https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/SInst1_Politico_administrativo.pdf

Figura 55: Ubicación del tramo en estudio - vista satelital



Fuente: Google Earth - Elaboración propia

Figura 56: Ubicación del tramo en estudio - vista en planta



Fuente: Plano de Catastro de Cajamarca - Elaboración propia

3.1.2 Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizará a lo largo del pavimento rígido del jirón Huánuco, entre los jirones Urrelo (cuadra 15) y Ucayali (cuadra 02) de la ciudad de Cajamarca, y su ubicación geográfica está en la zona 17 M hemisferio sur, Datum WGS84, Teniendo las siguientes coordenadas:

Tabla 8: *Coordenadas UTM del tramo en estudio*

PUNTO	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEORGAFICAS	
	ESTE	NORTE	LATITUD	LONGITUD
INICIO (Jr. Ucayali)	773453.274	9208251.999	7° 09' 22.2" S	78° 31' 26.9" W
FIN (Jr. Urrelo)	774243.238	9207757.661	7° 09' 38.1" S	78° 31' 01.1" W

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Tiempo en el que se realizó la investigación

La investigación se realizó durante los meses de mayo a setiembre del 2020.

3.2 MATERIALES E INSTRUMENTOS

Hoja de registro de datos: Es el documento donde se registrará la información obtenida durante la evaluación del pavimento rígido en la fase de campo, luego será procesada en la fase de gabinete.

Se presentará 2 tipos de tablas, para la fase de campo se utilizará la tabla Exploración de tipos de falla de la condición del pavimento por unidad de muestreo y para la fase de gabinete se utilizará la tabla evaluación del índice de condición del pavimento (PCI).

La tabla de exploración contiene cuadros para rellenar donde figura el nombre de la vía, la unidad de muestreo, limites donde se encuentra la unidad de muestra, el número de cuadra, la fecha, los tipos de daños, y los carriles donde se detallará el tipo de falla según la severidad.

Tabla 10: Evaluación del índice de condición (PCI)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																											
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																											
Nombre de la vía: <input type="text"/>		Cuadra: <input type="text"/>	Unidad de Muestra: <input type="text"/>	Nivel de Severidad:																							
Límites entre: <input type="text"/>		Número de Losas: <input type="text"/>		L: BAJA																							
Evaluado por: <input type="text"/>		Ubicación: <input type="text"/>		M: MEDIA																							
				H: ALTA																							
				Fecha: <input type="text"/>																							
<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>21 Blowup / Buckling</p> <p>22 Grieta de Esquina</p> <p>23 Losa Dividida</p> <p>24 Grieta de durabilidad "D"</p> <p>25 Escala</p> <p>26 Sello de Junta</p> <p>27 Desnivel Carril / Berma</p> <p>28 Grietas Lineales</p> <p>29 Parcheo Grande</p> <p>30 Parcheo Pequeño</p>			<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>31 Pulimento de Agregados</p> <p>32 Popouts</p> <p>33 Bombeo</p> <p>34 Punzonamiento</p> <p>35 Cruce de Vía Férrea</p> <p>36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado</p> <p>37 Grietas de Retracción</p> <p>38 Descascaramiento de Esquina</p> <p>39 Descascaramiento de Junta</p>																								
FALLAS																											
Código de Falla	Descripción de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																						
Número de Deducidos > 2q =			Tota VD =																								
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =			$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																								
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =																											
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																											
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV														
1																											
2																											
3																											
4																											
5																											
6																											
<p style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">RANGO</th> <th style="text-align: left;">CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </tbody> </table> <p>MÁXIMO CVD = 0.00</p> <p>PCI = 100 - MAX. CVD = 100.00</p> <p>CLASIFICACIÓN = EXCELENTE</p>												RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																										
100-85	Excelente																										
85-70	Muy Bueno																										
70-55	Bueno																										
55-40	Regular																										
40-25	Malo																										
25-10	Muy Malo																										
10-0	Fallado																										
Vista de la Unidad de Muestra UM - 0																											

Fuente: Elaboración propia

Regla: Se utilizará para medir las deformaciones, asentamientos o ahuellamientos de las fallas que se presenten durante la evaluación del pavimento.

Pintura: Para delimitar el área de muestreo que se va a evaluar

3.3 DISEÑO METODOLOGICO

3.3.1 Procedimiento.

El procedimiento de evaluación de un pavimento comprende varias etapas, y según “la primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin”. (p. 2) y luego la etapa de gabinete en el cual se da el procesamiento de datos, análisis y discusión de resultados.

1. Unidades de Muestreo:

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

Pavimentos Rígidos

En pavimentos rígidos con capa de rodadura en losas de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m. El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango **20 ± 8 losas**. (Vásquez, 2002, p. 3)

2. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación:

En la “Evaluación de un Proyecto” se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la Ecuación 1, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%. (Vásquez, 2002, p. 4-5)

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

Donde:

- n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.
- e : Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%)
- σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar (s) del PCI de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), ***todas las unidades deberán evaluarse***. (Vásquez, 2002, p. 5)

3. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección:

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

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

$$i = \frac{N}{n} \quad \dots\dots\dots \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

N : Número total de unidades de muestreo disponible.

n : Número mínimo de unidades para evaluar.

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

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

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

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

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas. (Vásquez, 2002, p. 5)

4. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales:

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

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “*unidad adicional*” en lugar de una “*unidad representativa*” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección. (Vásquez, 2002, p. 5-6)

5. Evaluación de la Condición: (Vásquez, 2002, p. 6)

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

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

a. Equipo.

- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la actividad.

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

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

3.3.2 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados

Tratamiento

El tratamiento utilizado en el análisis de datos es el estadístico, la cual se obtiene una muestra aleatoria que tenga las mismas características que la población para que la represente en la evaluación a realizarse.

Análisis de datos

El análisis de datos se realizará utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI) y los cálculos que se realicen se muestran a continuación:

CÁLCULO DEL PCI DE LAS UNIDADES DE MUESTREO

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

Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento

Portland:

Etapas 1. Cálculo de los Valores Deducidos.

1.a. Contabilice el número de LOSAS en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato PCI-02.

1. b. Divida el número de LOSAS contabilizado en 1.a. entre el número de LOSAS de la unidad y exprese el resultado como porcentaje (%). Esta es la DENSIDAD por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

1. c. Determine los VALORES DEDUCIDOS para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento.

Etapas 2. Cálculo del número Admisible Máximo de Deducidos (m)

2. a. Si ninguno ó tan sólo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2, se usa el “Valor Deducido Total” en lugar del mayor “Valor Deducido Corregido”, CDV, obtenido en la *Etapas 4*. De lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b. y 2.c.

2. b. Liste los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.

2. c. Determine el “Número Máximo Admisible de Valores Deducidos” (m), utilizando la Ecuación 3:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

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

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

Etapa 3. Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

El máximo CDV se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

3. a. Determine el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0.

3. b. Determine el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

3. c. Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

3. d. Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.

3. e. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Etapa 4. Cálculo del PCI de la unidad de muestra

El cálculo del PCI se obtiene restando de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa 3

$$PCI = 100 - \text{Máx. CDV} \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Donde:

PCI_i : Índice de condición del pavimento de la muestra i .

Máx. CDV_i : Máximo valor deducido corregido de la muestra i .

Presentación de resultados

Los resultados que se obtengan en la presente investigación se obtuvieron mediante ábacos y los resultados se presentarán en cuadros para cada unidad de muestra, además se presentaran resultados el porcentaje, histogramas, diagramas de pastel entre otros tales como se indique en el capítulo IV de la presente investigación.

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico es un indicador de la cantidad o volumen de tráfico terrestre, para la investigación se realiza una cuantificación vehicular de los tipos de vehículos que existen clasificándolos de acuerdo al tránsito liviano y tránsito pesado. Teniendo en cuenta estos volúmenes de tráfico se calcula el índice medio diario semanal (IMDs)

El índice medio diario semanal (IMDs) es el valor del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial contabilizada en 7 días o en una semana.

4.2 CONTEO VEHICULAR

El conteo vehicular se realizó teniendo en cuenta 3 estaciones durante un tiempo de 7 días, iniciando el día lunes 12 de julio del 2021.

Iniciamos el conteo vehicular en la estación E1 ubicada en la intersección del jr. Huánuco y Urrelo durante los días lunes 12 y martes 13 de julio del presente año. Las horas de conteo iniciaron a las 7 am y finalizaron a las 9 pm.

En la estación E2 que se encuentra en la intersección del Jr. Huánuco y Cruz de piedra se contabilizo los días miércoles 14 y jueves 15 de julio cuyos resultados se presentan en las tablas mostradas seguidamente.

Finalmente se realizó el conteo en la estación E3 ubicada en la intersección del Jr. Huánuco y José Gálvez los días viernes 16, sábado 17 y domingo 18 de julio.

Tabla 11: *Conteo de tráfico vehicular - lunes 12-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA															
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)															
		“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”															
CONTEO VEHÍCULAR - ESTACIÓN - E1 - LUNES																	
CALLE EN ESTUDIO		JR. HUÁNUCO										ESTACION		JR HUÁNUCO C-15			
SENTIDO		UN SOLO SENIDO										CODIGO DE LA ESTACION		E1			
UBICACIÓN		INTERSECCION ENTRE EL JR URRELO Y HUANUCO										DIA Y FECHA		LUNES	12	05	00
DIA		LUNES															
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION					
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E			
																	
00-01																	
01-02																	
02-03																	
03-04																	
04-05																	
05-06																	
06-07																	
07-08		35	129	62	12	12		2									
08-09		43	132	45	9	13											
09-10		57	83	39		7											
10-11		61	95	28	5	5											
11-12		58	70	32		5		4									
12-13		66	108	46	15	7											
13-14		85	152	54		6											
14-15		70	145	65		4											
15-16		68	112	52	7	6											
16-17		50	98	48		10											
17-18		41	87	61	6	9											
18-19		45	129	57	9	10		6									
19-20		34	132	74	3			2									
20-21		39	125	30													
21-22																	
22-23																	
23-24																	
PARCIAL:		752	1597	693	66	94	0	14	0	0	0	0	0	0			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: *Conteo de tráfico vehicular - martes 13-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) “EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”													
		CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN - E1 - MARTES													
		CALLE EN ESTUDIO JR. HUÁNUCO SENTIDO UN SOLO SENIDO UBICACIÓN INTERSECCION ENTRE EL JR URRELO Y HUANUCO DIA MARTES						ESTACION JR HUÁNUCO C-15 CODIGO DE LA ESTACION E1 DIA Y FECHA MARTES 13 05 00							
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			
															
00-01															
01-02															
02-03															
03-04															
04-05															
05-06															
06-07															
07-08		19	118	56		7		5							
08-09		32	128	44	15	10									
09-10		43	78	42	12	6									
10-11		48	82	25	9	6	2	3							
11-12		49	75	38		10		2							
12-13		56	112	54	17	7									
13-14		55	148	55		10									
14-15		49	152	68		8									
15-16		52	105	59	13	8	3	6							
16-17		48	89	39	8	4									
17-18		44	85	58	7	10									
18-19		47	132	52	12	11		4							
19-20		32	121	82	5	8									
20-21		21	105	37		12		2							
21-22															
22-23															
23-24															
PARCIAL:		595	1530	709	98	117	5	22	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: *Conteo de tráfico vehicular - miércoles 14-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) “EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”															
		CONTEO VEHÍCULAR - ESTACIÓN - E2 - MIERCOLES															
CALLE EN ESTUDIO		JR. HUÁNUCO										ESTACION		JR HUÁNUCO C-11			
SENTIDO		UN SOLO SENIDO										CODIGO DE LA ESTACION		E2			
UBICACIÓN		INTERSECCION ENTRE EL JR CRUZ DE PIEDRA Y HUANUCO										DIA Y FECHA		MIERCOLES	14	05	00
DIA		MIERCOLES															
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION					
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E			
																	
00-01																	
01-02																	
02-03																	
03-04																	
04-05																	
05-06																	
06-07																	
07-08		22	121	18		9			2								
08-09		32	119	39		12											
09-10		51	85	55	3	11											
10-11		57	89	46	5	8											
11-12		59	75	31		5											
12-13		67	112	18		6											
13-14		73	151	45	12	7											
14-15		65	147	64		6											
15-16		63	125	21	6	3	1										
16-17		56	104	34		6											
17-18		43	92	28	9	11											
18-19		43	139	29		7											
19-20		34	126	18		10											
20-21		27	129	15													
21-22																	
22-23																	
23-24																	
PARCIAL:		692	1614	461	35	101	1	0	2	0	0	0	0	0	0		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: *Conteo de tráfico vehicular - jueves 15-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA													
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)													
		“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”													
CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN - E2 - JUEVES															
CALLE EN ESTUDIO		JR. HUÁNUCO								ESTACION		JR HUÁNUCO C-11			
SENTIDO		UN SOLO SENIDO								CODIGO DE LA ESTACION		E2			
UBICACIÓN		INTERSECCION ENTRE EL JR CRUZ DE PIEDRA Y HUANUCO								DIA Y FECHA		JUEVES	15	05	00
DIA		JUEVES													
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
															
00-01															
01-02															
02-03															
03-04															
04-05															
05-06															
06-07															
07-08		25	155	21	15	9									
08-09		34	142	39	2	9									
09-10		49	98	42		8									
10-11		58	87	51		6									
11-12		65	79	46		10									
12-13		56	123	55	5	7									
13-14		79	165	44		10									
14-15		67	137	33		8									
15-16		55	123	35		8									
16-17		62	102	29		3									
17-18		53	94	42		10									
18-19		37	137	37	8	11									
19-20		29	131	26	9	10									
20-21		32	119		5										
21-22															
22-23															
23-24															
PARCIAL:		701	1692	500	44	109	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: *Conteo de tráfico vehicular - viernes 16-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA														
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)														
		“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”														
CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN - E3 - VIERNES																
CALLE EN ESTUDIO		JR. HUÁNUCO										ESTACION		JR HUÁNUCO C-5		
SENTIDO		UN SOLO SENIDO										CODIGO DE LA ESTACION		E3		
UBICACIÓN		INTERSECCION ENTRE EL JR JOSÉ GALVEZ Y HUANUCO										DIA Y FECHA	VIERNES	16	05	00
DIA		VIERNES														
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E		
																
00-01																
01-02																
02-03																
03-04																
04-05																
05-06																
06-07																
07-08		45	142	27	3	11										
08-09		53	136	32	1	8										
09-10		64	97	38	2	10										
10-11		70	91	54	1	9		2								
11-12		62	82	47		10										
12-13		72	121	46	4	11										
13-14		86	152	39	1	7										
14-15		78	127	34		11		1								
15-16		56	118	42		9										
16-17		55	97	31	1	11										
17-18		39	87	39	2	5										
18-19		41	126	45	2	3		3								
19-20		32	127	29		4										
20-21		28	108	17												
21-22																
22-23																
23-24																
PARCIAL:		781	1611	520	17	109	0	6	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: *Conteo de tráfico vehicular - sábado 17-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA													
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)													
		“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”													
CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN - E3 - SABADO															
CALLE EN ESTUDIO		JR. HUÁNUCO						ESTACION		JR HUÁNUCO C-5					
SENTIDO		UN SOLO SENIDO						CODIGO DE LA ESTACION		E3					
UBICACIÓN		INTERSECCION ENTRE EL JR JOSÉ GALVEZ Y HUANUCO						DIA Y FECHA		SABADO		17	05	00	
DIA		SABADO													
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			
						PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	
															
00-01															
01-02															
02-03															
03-04															
04-05															
05-06															
06-07															
07-08		18	112	28	4	4									
08-09		23	129	35	1	7		1							
09-10		32	84	33		5		1							
10-11		43	78	17		5		1							
11-12		51	68	25	5	6									
12-13		71	121	34		9									
13-14		63	134	42		8									
14-15		55	146	57		5	1								
15-16		43	98	40	1	7									
16-17		45	91	27	2	3									
17-18		41	88	44	1	6	1								
18-19		52	138	38	3	7									
19-20		45	131	66		5									
20-21		37	122	21											
21-22															
22-23															
23-24															
PARCIAL:		619	1540	507	17	77	2	3	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: *Conteo de tráfico vehicular - domingo 18-07-21*

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI) “EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN HUÁNUCO ENTRE LOS JIRONES URRELO Y UCAYALI – CAJAMARCA – 2019, SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)”													
		CONTEO VEHICULAR - ESTACIÓN - E3 - DOMINGO													
		CALLE EN ESTUDIO JR. HUÁNUCO SENTIDO UN SOLO SENIDO UBICACIÓN INTERSECCION ENTRE EL JR JOSÉ GALVE Y HUANUCO DIA DOMINGO					ESTACION JR HUÁNUCO C-15 CODIGO DE LA ESTACION E3 DIA Y FECHA DOMINGO 18 05 00								
HORA	SENTIDO	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			
															
00-01															
01-02															
02-03															
03-04															
04-05															
05-06															
06-07															
07-08		14	106	15		5									
08-09		28	112	21		6									
09-10		32	69	25		7									
10-11		44	76	11	2		1	2							
11-12		35	52	17		8									
12-13		41	85	26		7									
13-14		65	125	33		6									
14-15		38	109	39				1							
15-16		26	93	31		9									
16-17		18	71	14											
17-18		27	58	28		3									
18-19		31	98	21		2									
19-20		19	108	37											
20-21		13	102	12											
21-22															
22-23															
23-24															
PARCIAL:		431	1264	330	2	53	1	3	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

4.3 CÁLCULO DEL IMDs

Para el cálculo del IMDs se tendrá el volumen de tráfico contabilizado durante los 7 días, Luego se dividirá entre el número de días obteniendo de esta manera el índice medio diario semanal ya que se contabilizó durante 7 días de la semana.

VARIACIÓN DIARIA

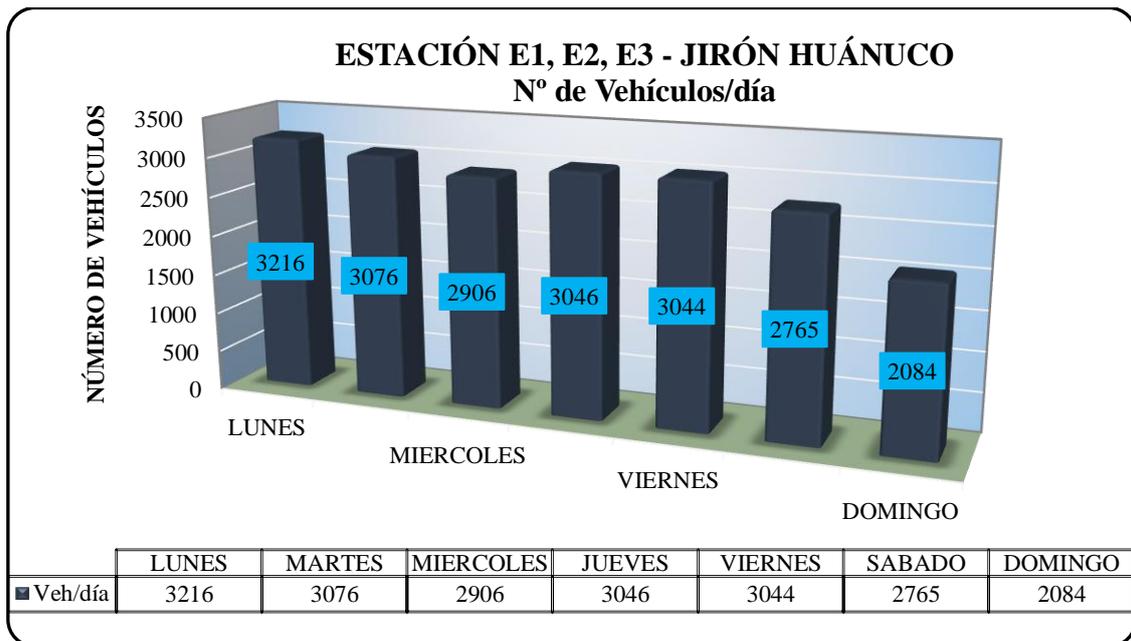
El mayor volumen de tráfico se presentará los días lunes con una cantidad de 3216 vehículos por día, esto se debe a que el día lunes es inicio de día laboral, y el menor volumen de tráfico se presentara el día domingo con una cantidad de 2084 vehículos ya que este día es fin de semana donde la gente se queda en casa.

Tabla 18: *Tráfico vehicular semanal*

Tipo de Vehículo	SENTIDO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
Moto lineal	Un solo sentido	752	595	692	701	781	619	431
Moto Taxi	Un solo sentido	1597	1530	1614	1692	1611	1540	1264
Automovil + Station Wagon	Un solo sentido	759	807	496	544	537	524	332
Camioneta (Pick up/Panel)	Un solo sentido	94	122	102	109	109	79	54
C.Rural	Un solo sentido	14	22	0	0	6	3	3
Micro	Un solo sentido	0	0	2	0	0	0	0
Bus 2E	Un solo sentido	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	Un solo sentido	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	Un solo sentido	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	Un solo sentido	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	Un solo sentido	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		3216	3076	2906	3046	3044	2765	2084

Fuente: Elaboración propia

Figura 57: *Variación diaria de vehículos ligeros y pesados*



Fuente: Elaboración propia

ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL.

Tabla 19: *Cálculo del índice medio diario semanal*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMDS/SENTIDO	IMDs
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	SEMANA	UNO SOLO	
Moto lineal	752	595	692	701	781	619	431	4571	653	653
Moto Taxi	1597	1530	1614	1692	1611	1540	1264	10848	1550	1550
Automovil + Station Wagon	759	807	496	544	537	524	332	3999	572	572
Camioneta (Pick up/Panel)	94	122	102	109	109	79	54	669	96	96
C.Rural	14	22	0	0	6	3	3	48	7	7
Micro	0	0	2	0	0	0	0	2	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3216	3076	2906	3046	3044	2765	2084	20137	2879	2879

Fuente: Elaboración propia

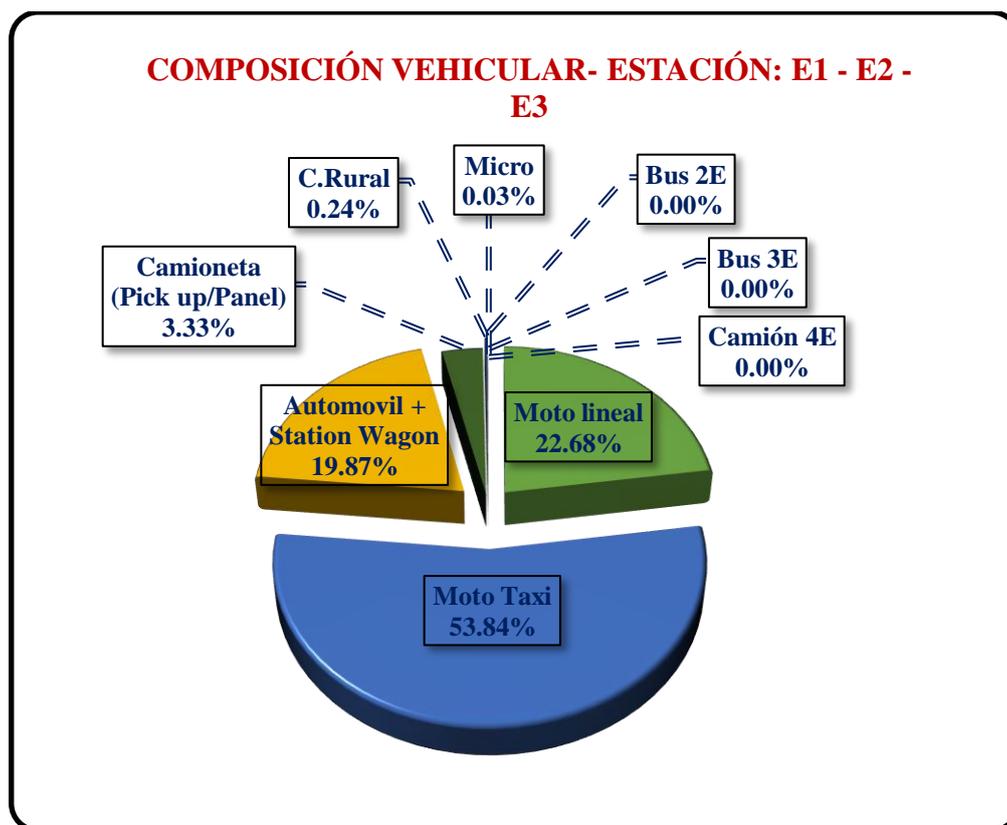
Por lo tanto, según la tabla se puede obtener un índice medio diario semanal (IMDs) de 2879 vehículos por día.

Tabla 20: *Índice medio diario semanal - composición del tráfico*

Tipo de Vehículo	IMDs/SENTIDO	IMDs (2021)	Distribución/tipo de Vehículos. (%)
	UN SOLO SENTIDO		
Moto lineal	653	653	22.68 %
Moto Taxi	1550	1550	53.84 %
Automovil + Station Wagon	572	572	19.87 %
Camioneta (Pick up/Panel)	96	96	3.33 %
C.Rural	7	7	0.24 %
Micro	1	1	0.03 %
Bus 2E	0	0	0.00 %
Bus 3E	0	0	0.00 %
Camión 2E	0	0	0.00 %
Camión 3E	0	0	0.00 %
Camión 4E	0	0	0.00 %
IMDs (2021)	2879	2879	100.00 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 58: Composición vehicular



Fuente: Elaboración propia

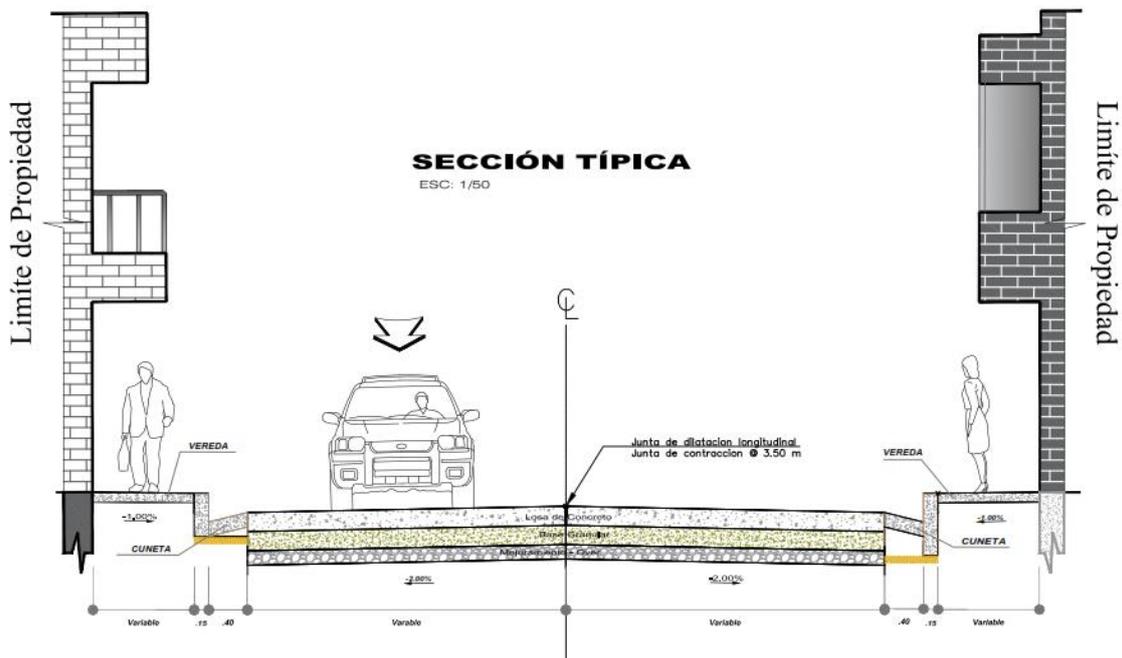
Como se puede apreciar en la figura el vehículo con mayor transitabilidad es moto taxi con un índice medio diario semanal de 1550 vehículos por día que representan el 53.84%, seguidamente están las motos lineales con un IMDS de 653 vehículos por día representando el 22.68% de distribución por tipo de vehículo, seguidamente están los autos y station wagon con un IMDS de 572 vehículos por día representando el 19.87%, seguidamente están la clasificación de camioneta, dentro de ello se encuentran las camionetas de tipo pick up y de tipo panel los cuales representan el 3.33% con un IMDS de 96 vehículos por día, luego se encuentra las combis que representan el 0.24% con un IMDS de 7 vehículos por día, finalmente están los vehículos de tipo micro que representan el 0.03% con un IMDS de 1 vehículo por día.

El IMDS promedio del Jr. Huánuco es de 2879 vehículos por día.

4.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VIA EN ESTUDIO

- Calle en estudio : Jirón Huánuco
- Índice medio diario semanal : 2879 veh/día
- Número de Carriles : 2 carriles de circulación (Un solo sentido)
- Características de flujo : El uso es de vehículos livianos y semipesados
- Clima de la zona : Lluviosa
- Tipo de pavimento : Pavimento rígido
- Tipo de concreto : Concreto Hidráulico $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Ancho de calzada : Es variable por cuadras
- Tipos de junta : Sin dowells (sin refuerzo de acero)
- Tipo de relleno : Asfalto – espesor 1 pulgada
- Longitud de paño : Variable – según tabla 21

Figura 59: Sección Transversal Típica del Jr. Huánuco desde C-15 hasta C-2



Fuente: Elaboración propia

4.5 RESULTADOS

A continuación, presentaremos los resultados de la evaluación del estado actual del pavimento según del Índice de Condición del pavimento (PCI) en el Jr. Huánuco entre los jirones Urrelo (cuadra 15) y Ucayali (cuadra 02) de la ciudad de Cajamarca.

La investigación se realizó de forma puntual entre el Jr. Urrelo (Cuadra 15) (Punto Inicio) y el Jr. Ucayali (cuadra 02) (Punto Final).

Para fines de evaluación se ha dividido en 14 tramos o segmentos o cuadras delimitados de la siguiente manera:

- ✓ Tramo 01 : Jr. Urrelo (Punto inicio) - Jr. Belén
- ✓ Tramo 02 : Jr. Belén – Jr. Bellavista
- ✓ Tramo 03 : Jr. Bellavista – Jr. Dos de Mayo
- ✓ Tramo 04 : Jr. Dos de Mayo – Jr. San Martín
- ✓ Tramo 05 : Jr. San Martín – Jr. Cruz de Piedra
- ✓ Tramo 06 : Jr. Cruz de Piedra – Jr. Atahualpa
- ✓ Tramo 07 : Jr. Atahualpa – Jr. Apurímac
- ✓ Tramo 08 : Jr. Apurímac – Jr. La Mar
- ✓ Tramo 09 : Jr. La Mar – Jr. Tarapacá
- ✓ Tramo 10 : Jr. Tarapacá – Jr. Pisagua
- ✓ Tramo 11 : Jr. Pisagua – Jr. José Gálvez
- ✓ Tramo 12 : Jr. José Gálvez – Jr. Juan Villanueva
- ✓ Tramo 13 : Jr. Juan Villanueva – Jr. Horacio Urteaga
- ✓ Tramo 14 : Jr. Horacio Urteaga – Jr. Ucayali (Punto final)

De los 14 tramos detallados anteriormente serán contabilizados la cantidad de paños en el cuadro que se muestra a continuación para luego seleccionar la cantidad de unidades de muestreo y evaluarlos por el método del índice de condición del pavimento (PCI) según el procedimiento detallado anteriormente.

Tabla 21: *Delimitación del Jr. Huánuco en tramos*

JIRÓN	TRAMO	Nº PAÑOS	ANCHO DE VÍA (m)	LONGITUD PAÑO (m)
Jr. Huánuco C-15	Tramo 01	30 (15-15)	4.50	4.95
Jr. Huánuco C-14	Tramo 02	28 (14-14)	4.50	4.85
Jr. Huánuco C-13	Tramo 03	28 (14-14)	4.50	4.50
Jr. Huánuco C-12	Tramo 04	32 (16-16)	5.00	5.35
Jr. Huánuco C-11	Tramo 05	32 (16-16)	5.50	5.35
Jr. Huánuco C-10	Tramo 06	22 (11-11)	4.50	5.80
Jr. Huánuco C-09	Tramo 07	24 (12-12)	4.50	4.50
Jr. Huánuco C-08	Tramo 08	22 (11-11)	4.50	4.85
Jr. Huánuco C-07	Tramo 09	26 (13-13)	4.00	4.00
Jr. Huánuco C-06	Tramo 10	26 (13-13)	4.20	5.35
Jr. Huánuco C-05	Tramo 11	30 (15-15)	4.10	4.85
Jr. Huánuco C-04	Tramo 12	28 (14-14)	4.20	4.70
Jr. Huánuco C-03	Tramo 13	20 (10-10)	4.00	3.50
Jr. Huánuco C-02	Tramo 14	24 (12-12)	4.10	4.85

Fuente: Elaboración propia

En la calle de estudio se realizó el conteo de un total de 372 paños, que están dentro de las cuadras detalladas en el cuadro anterior del jr. Huánuco.

Determinación de las Unidades de muestreo

Longitud de los paños = Variable - según tabla 21

Numero de losas = 372

Desviación Estándar (σ) = 0.15 (Inspección inicial de pavimento rígido)

Error admisible ($e = 5\%$) = 0.05

Según norma para el pavimento rígido:

Rango = $20 \pm 8 = 28$ losas

Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

$$N = \frac{372}{28}$$

$$N = 13.29 \cong 14$$

$$N = 14 \text{ Unidades de muestra}$$

Número mínimo de unidades de muestreo en la sección del pavimento

El número se obtendrá mediante la ecuación 1 que se muestra a continuación:

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

$$n = \frac{14 \times 0.15^2}{\frac{0.05^2}{4}x(14-1) + 0.15^2}$$

$$n = 10.28$$

El intervalo de muestreo (i)

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

$$i = \frac{14}{10.28}$$

$$i = 1.36 \cong 1.00$$

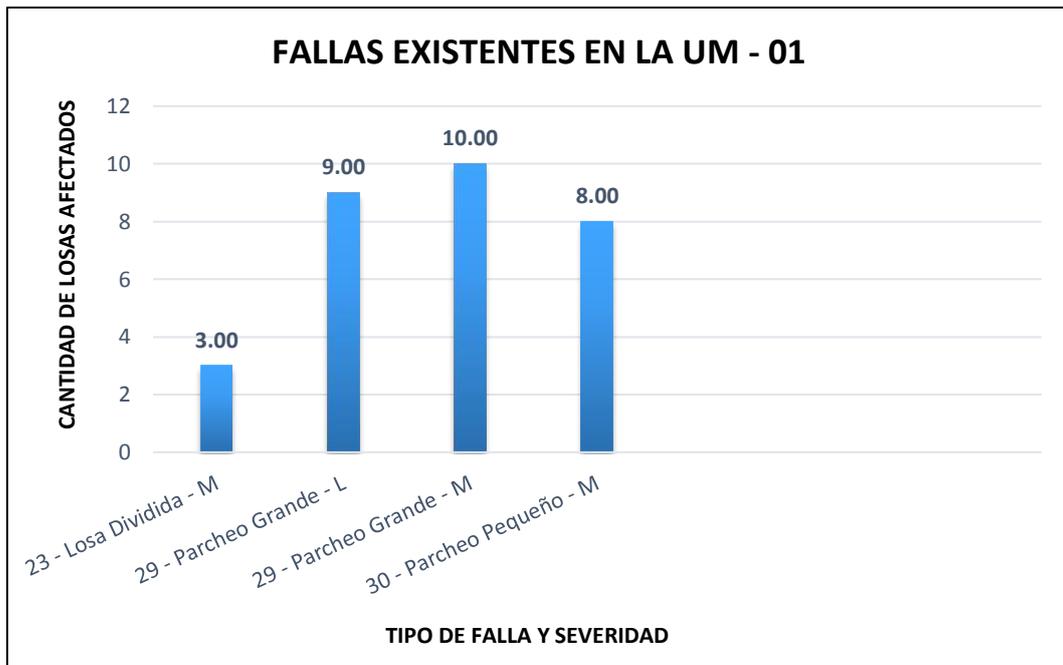
Las unidades de muestreo empiezan en **UM-01** hasta **UM-14** de manera consecutiva con un intervalo de una unidad.

En la tabla N° 09 podemos observar que las cuadras del Jr. Huánuco tienen una cantidad de losas variable, algunas tienen un mínimo de 22, luego otras con 28 y hasta 32 losas, nuestra unidad de muestreo lleva un total de 28 losas, por lo tanto, tomaremos como unidad de muestreo cada cuadra del jirón en estudio.

Se tienen 14 unidades de muestreo que se evaluarán teniendo en cuenta el método del índice de condición del pavimento (PCI), los resultados obtenidos se presentarán en las fichas de evaluación donde se detallará cada unidad de muestra.

Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-01 fueron: 3 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad media (M), 9 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 10 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 8 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M).

Figura 60: *Fallas existentes en la UM - 01*



Fuente: Elaboración propia

CÁLCULO DE LA DENSIDAD PARA CADA TIPO DE DAÑO DE ACUERDO A SU NIVEL DE SEVERIDAD.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de losas segun tipo de daño}}{\text{Total de losas de la UM}} \times 100\%$$

Tipo de falla: Losa Dividida (23) de severidad Media (M)

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{3}{24} \times 100\% = 12.50\%$$

Tipo de falla: Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L)

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{9}{24} \times 100\% = 37.50\%$$

Tipo de falla: Parcheo Grande (29) de severidad Media (M)

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{10}{24} \times 100\% = 41.67\%$$

Tipo de falla: Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M)

$$\text{Densidad (\%)} = \frac{8}{24} \times 100\% = 33.33\%$$

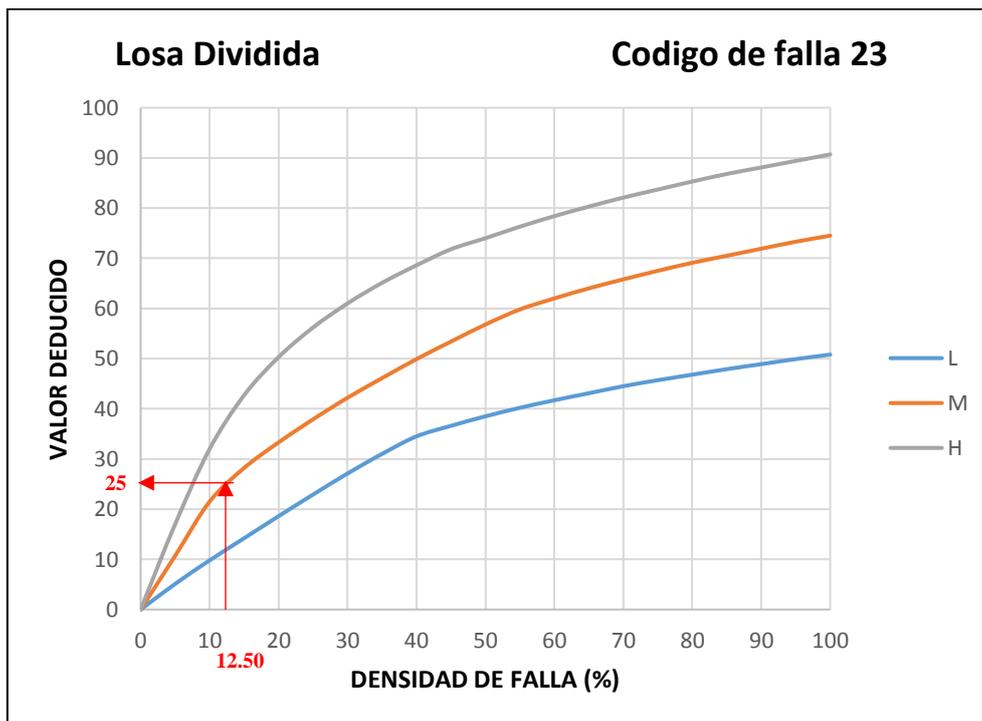
CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS

Para calcular los valores deducidos de cada tipo de falla se tendrá en cuenta la densidad y el nivel de severidad de cada tipo de falla en contrada en la unidad de muestreo.

Valor Deducido para el tipo de Daño Losa Dividida (23) de severidad Media (M)

Para determinar el valor deducido ingresaremos al siguiente ábaco con la densidad en porcentaje, luego trazaremos una línea vertical hasta interceptar al nivel de severidad L, M o H según corresponda; una vez interceptada con el nivel de severidad, trazamos una línea horizontal hacia la izquierda hasta interceptar al valor deducido, determinando así su valor deducido correspondiente como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 61: Valores deducidos de la falla 23, severidad Media (M) de la UM - 01



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Ingresando con una densidad de 12.50% para una severidad media (M) que corresponde al tipo de falla Losa Dividida, se determinó un valor deducido de 25

Comprobación

Comprobaremos el valor deducido mediante la siguiente tabla de valores que conforman el ábaco correspondiente a la falla Losa Dividida (23) y una severidad Media (M).

Tabla 23: Valores deducidos de la falla 23, severidad media (M) de la UM-01

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

El valor deducido se determinará mediante interpolación de valores partiendo de la densidad encontrada.

INTERPOLACIÓN

10	21.5
12.5	X
15	28.2

Interpolando tenemos:

$$\frac{(28.2 - 21.5)}{(15 - 10)} = \frac{(X - 21.5)}{(12.5 - 10)}$$

$$\frac{(6.7)}{(5)} = \frac{(X - 21.5)}{(2.5)}$$

$$\frac{(6.7) * (2.5)}{(5)} = X - 21.5$$

$$3.35 = X - 21.5$$

$$X = 3.35 + 21.5$$

$$X = 24.85 \cong 25$$

$$\mathbf{X = 25}$$

El valor determinado mediante interpolación es **25**

Conclusión:

Tanto del ábaco como de la tabla se obtiene un valor deducido igual por lo que para los siguientes valores deducidos se determinará mediante la interpolación de valores teniendo en cuenta su tabla respectiva para cada tipo de falla.

Valor Deducido para el tipo de Daño Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L)

El valor deducido se determinará mediante interpolación de valores, teniendo en cuenta la densidad en porcentaje y la severidad.

Tabla 24: *Valores deducidos de la falla 29, severidad leve (L) de la UM-01*

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	1.1	2.9	8
10	2.7	5.8	15.7
15	4.3	8.8	23.2
20	6.3	11.7	29.5
25	9.4	16.9	34.6
30	11.9	21.1	39.4
35	14	24.7	43.5
40	15.8	27.8	47
45	17.5	30.5	50.1
50	18.9	33	52.9
55	20.2	35.2	55.4

60	21.4	37.2	57.7
65	22.5	39	59.8
70	23.5	40.7	61.8
75	24.5	42.3	63.6
80	25.4	43.8	65.3
85	26.2	45.2	66.9
90	27	46.6	68.5
95	27.7	47.8	69.9
100	28.4	49	71.2

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

El valor deducido se determinará mediante interpolación de valores partiendo de la densidad encontrada.

INTERPOLACIÓN

35	14
37.5	X
40	15.8

$$\frac{(15.8 - 14)}{(40 - 35)} = \frac{(X - 14)}{(37.5 - 35)}$$

$$\frac{(1.80)}{(5)} = \frac{(X - 14)}{(2.5)}$$

$$\frac{(1.8) * (2.5)}{(5)} = X - 14$$

$$0.9 = X - 14$$

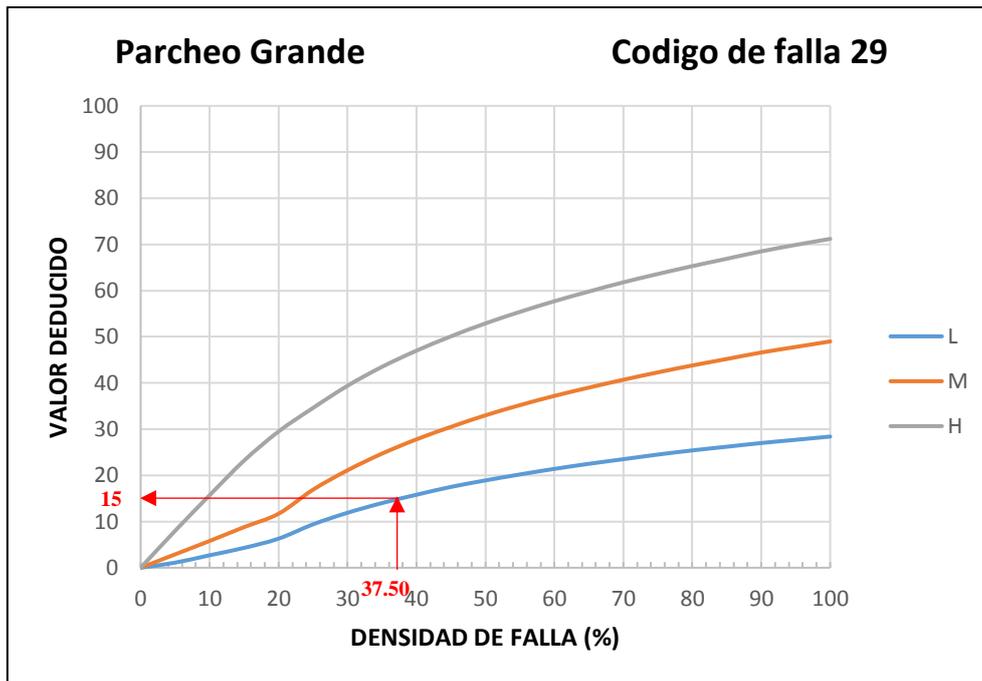
$$X = 0.9 + 14$$

$$X = 14.90 \cong 15$$

$$\mathbf{X = 15}$$

El valor deducido para una densidad de 37.5% y una severidad leve (L) es de **15**

Figura 62: Valores deducidos de la falla 29, severidad leve (L) de la UM - 01



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Valor Deducido para el tipo de Daño Parqueo Grande (29) de severidad Media (M)

El valor deducido se determinará mediante interpolación de valores, teniendo en cuenta la densidad en porcentaje y la severidad.

Tabla 25: Valores deducidos de la falla 29, severidad media (M) de la UM-01

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	1.1	2.9	8
10	2.7	5.8	15.7
15	4.3	8.8	23.2
20	6.3	11.7	29.5
25	9.4	16.9	34.6
30	11.9	21.1	39.4
35	14	24.7	43.5
40	15.8	27.8	47
45	17.5	30.5	50.1
50	18.9	33	52.9
55	20.2	35.2	55.4
60	21.4	37.2	57.7
65	22.5	39	59.8
70	23.5	40.7	61.8
75	24.5	42.3	63.6

80	25.4	43.8	65.3
85	26.2	45.2	66.9
90	27	46.6	68.5
95	27.7	47.8	69.9
100	28.4	49	71.2

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

INTERPOLACIÓN

40	27.8
41.67	X
45	30.5

$$\frac{(30.5 - 27.8)}{(45 - 40)} = \frac{(X - 27.8)}{(41.67 - 40)}$$

$$\frac{(2.7)}{(5)} = \frac{(X - 27.8)}{(1.67)}$$

$$\frac{(2.7) * (1.67)}{(5)} = X - 27.8$$

$$0.9018 = X - 27.8$$

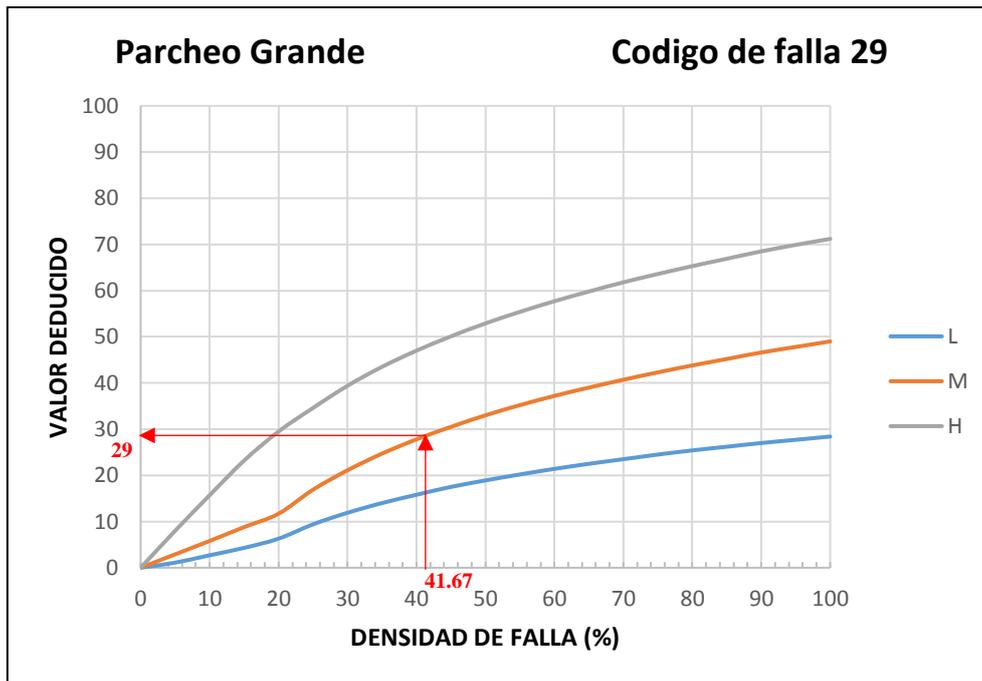
$$X = 0.9018 + 27.8$$

$$X = 28.7 \cong 29$$

$$\mathbf{X = 29}$$

El valor deducido para una densidad de 41.67% y una severidad media (M) es de **29**

Figura 63: Valores deducidos de la falla 29, severidad media (M) de la UM - 01



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Valor Deducido para el tipo de Daño Parqueo Pequeño (30) de severidad Media (M)

El valor deducido se determinará mediante interpolación de valores, teniendo en cuenta la densidad en porcentaje y la severidad.

Tabla 26: Valores deducidos para la falla 30, severidad media (M) de la UM – 01

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	0.2	0.9	2.2
10	0.4	1.7	4.2
15	0.6	2.6	6.3
20	1.1	3	8.4
25	1.5	5	10.5
30	1.8	6.6	12.9
35	2	8	14.5
40	2.2	9.2	15.9
45	2.4	10.2	17.1
50	2.6	11.2	18.2
55	2.7	12	19.2
60	2.9	12.9	20.1
65	3	13.5	21
70	3.1	14.4	21.7
75	3.3	14.4	22.4

80	3.4	14.5	23.1
85	3.5	14.6	23.7
90	3.6	14.7	24.3
95	3.6	14.8	24.9
100	3.7	14.8	25.4

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

INTERPOLACIÓN

30	6.6
33.33	X
35	8

$$\frac{(8 - 6.6)}{(35 - 30)} = \frac{(X - 6.6)}{(33.33 - 30)}$$

$$\frac{(1.4)}{(5)} = \frac{(X - 6.6)}{(3.33)}$$

$$\frac{(1.4) * (3.33)}{(5)} = X - 6.6$$

$$0.93 = X - 6.6$$

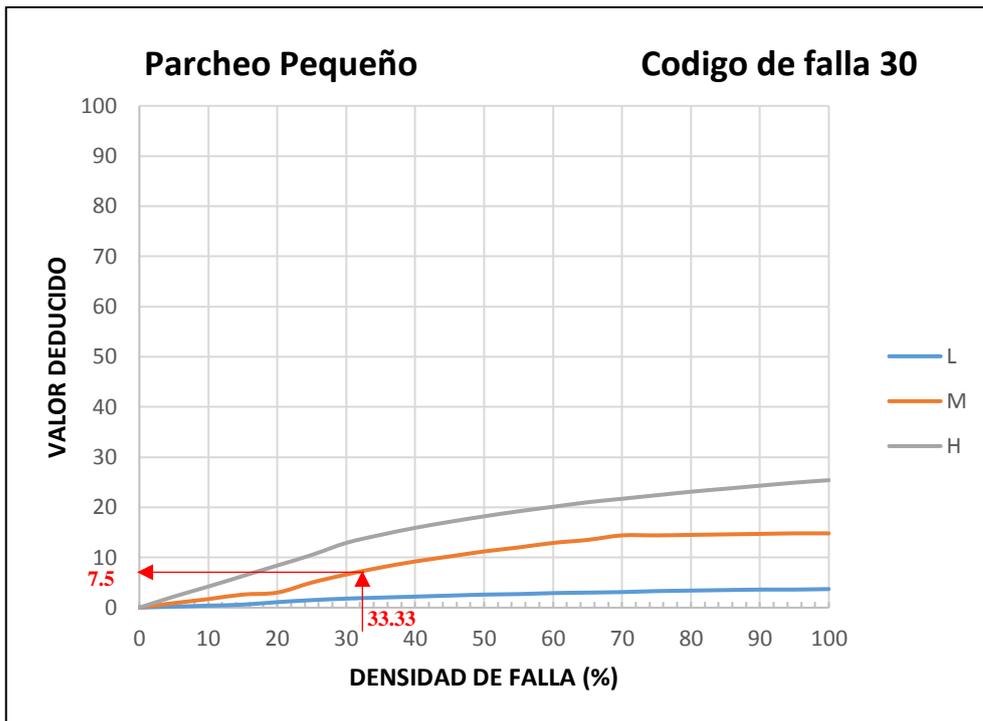
$$X = 0.93 + 6.6$$

$$X = 7.53 \cong 7.5$$

$$\mathbf{X = 7.5}$$

El valor deducido para una densidad de 33.33% y una severidad Media (M) es de **7.5**

Figura 64: Valores deducidos de la falla 30, severidad media (M) de la UM - 01



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE VALORES DEDUCIDOS (m)

En la unidad de muestra UM - 01

- **Número de deducidos mayores que 2**

Numero de deducidos $> 2(q) = 4$

- **Mayor valor deducido individual (HDVi)**

Los valores deducidos encontrados en la unidad de muestra 01 son los siguientes: 29, 25, 15, 7.50, luego.

Mayor valor deducido individual (HDVi) = **29**

- **Número máximo admisible de valores deducidos (m)**

Para **HDVi = 29**

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

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 29)$$

$$m_i = 7.52$$

por lo tanto:

Número máximo admisible de valores deducidos (m) = **7.52**

CÁLCULO DEL “MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO”, CDV.

El máximo CDV se determinará: Primero hallando el número de valores deducidos, q , mayores que 2.0, luego determinamos el “Valor Deducido Total” sumando TODOS los valores deducidos individuales.

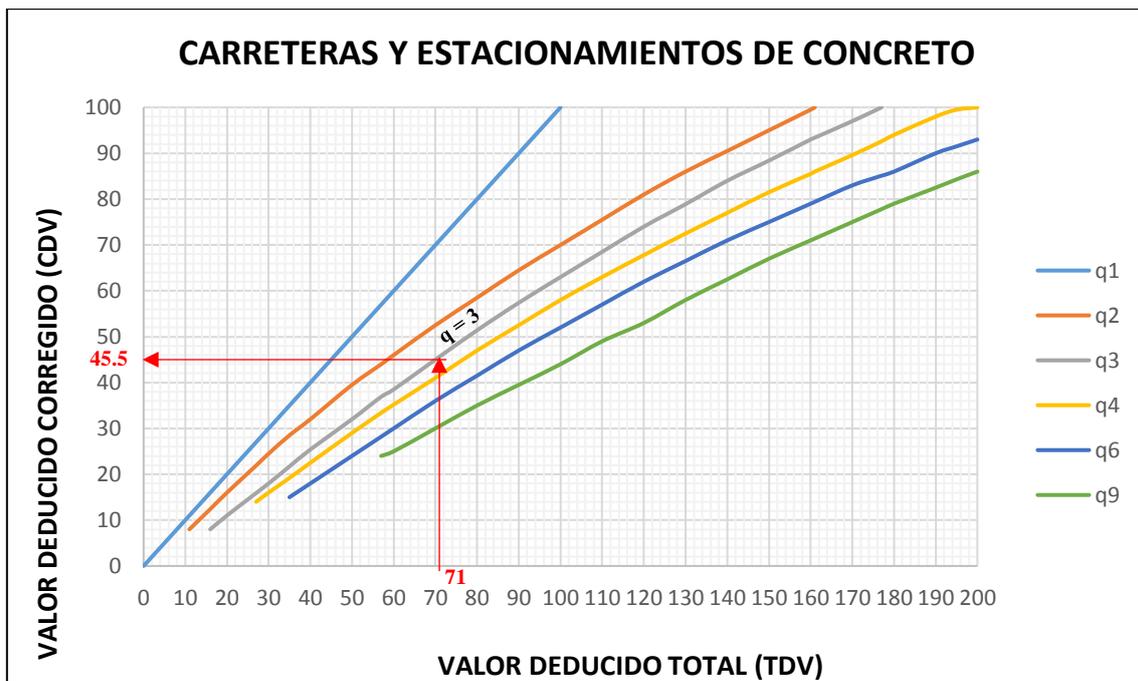
Tabla 27: Valores deducidos para determinar el Max CDV de la UM – 01

Valores deducidos				TOTAL	q	CDV
29	25	15	7.5	76.5	4	45.00
29	25	15	2	71	3	45.50
29	25	2	2	58	2	44.80
29	2	2	2	35	1	35.00

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente hallaremos el valor deducido corregido (CDV) con q y el “Valor Deducido Total” para cada valor deducido corregido en la curva de corrección.

Figura 65: Valor deducido corregido CDV de la UM - 01



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 28: *Tabla de valores deducidos totales para determinar el valor deducido corregido CDV de la UM - 01*

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0	0					
10	10					
11	11	8				
16	16	12.4	8			
20	20	16	11			
27	27	21.9	15.9	14		
30	30	24.5	18	16		
35	35	28.5	21.7	19.2	15	
40	40	32	25.4	22.5	18	
50	50	39.5	32	29	24	
57	57	44	36.9	33.4	28.2	24
60	60	46	38.5	35.2	30	25
70	70	52.5	45	41	36	30
80	80	58.5	51.4	47	41.5	35
90	90	64.5	57.4	52.5	47	39.5
100	100	70	63	58	52	44
110		75.5	68.5	63	57	49
120		81	74	67.8	62	53
130		86	78.9	72.5	66.5	58
140		90.5	84	77	71	62.5
150		95	88.4	81.5	75	67
160		99.5	93	85.5	79	71
161		100	93.4	86	79.4	71.4
170			97	89.6	83	75
177			100	92.6	85.1	77.8
180				94	86	79
190				98	90	82.5
195				99.5	91.5	84.3
200				100	93	86

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

INTERPOLACIÓN

70	45
71.00	X
80	51.4

Interpolando

$$\frac{(51.4 - 45)}{(80 - 70)} = \frac{(X - 45)}{(71 - 70)}$$

$$\frac{(6.4)}{(10)} = \frac{(X - 45)}{(1)}$$

$$\frac{(6.4) * (1)}{(10)} = X - 45$$

$$0.64 = X - 45$$

$$X = 0.64 + 45$$

$$X = 45.64 \cong 45.5$$

$$\mathbf{X = 45.5}$$

El valor deducido corregido (CDV) para un valor deducido total (TDV) de 71 y $q=3$, mediante interpolación de valores es de **45.50**

Finalmente, el máximo valor corregido (CDV) es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

$$\text{Max. CDV} = \mathbf{45.50}$$

CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) DE LA UNIDAD DE MUESTRA UM - 01

El cálculo del PCI se obtiene restando de 100 el máximo CDV

$$PCI_1 = 100 - \text{Máx. CDV}$$

$$PCI_1 = 100 - 45.50$$

$$PCI_1 = 54.50$$

Por lo tanto, para la unidad de muestra UM – 01 se tiene un **PCI = 54.50**

CLASIFICACIÓN DE LA UM – 01

La clasificación lo haremos teniendo en cuenta los rangos de clasificación PCI, que se muestran en la tabla N° 01, concluyendo:

Para $PCI = 54.50$, se encuentra dentro del rango [55 - 40]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **REGULAR**

Figura 66: Clasificación PCI de la UM - 01



Fuente: Elaboración propia

NOTA:

El procedimiento se da para todas las unidades de muestra que se están estudiando, los resultados se mostraran en los cuadros que se presentaran a continuación.

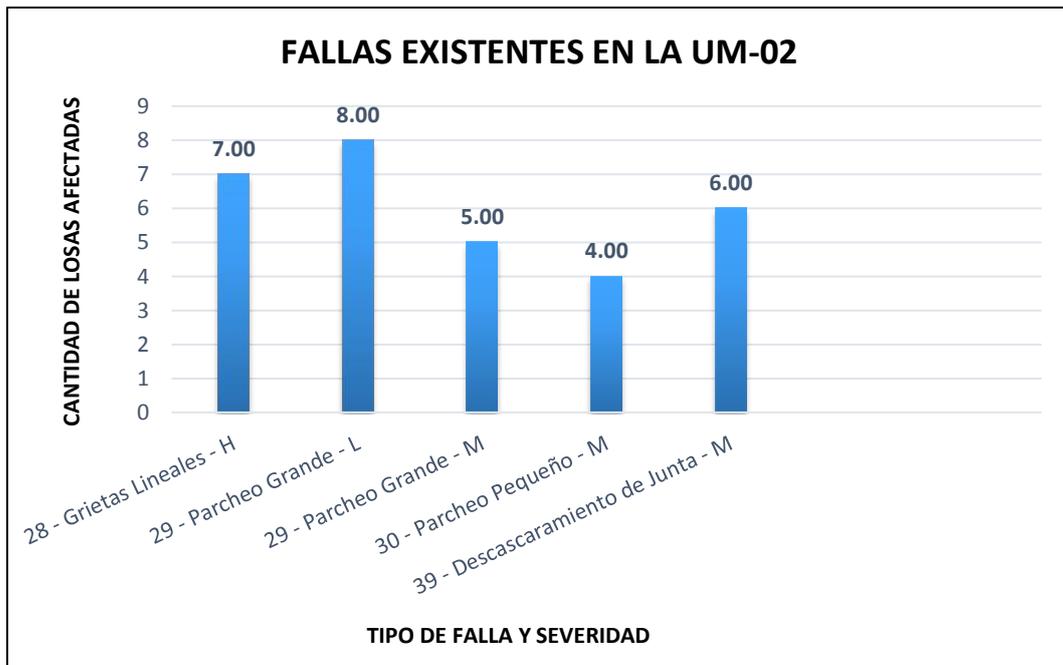
Tabla 29: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 01

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																												
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:		Nivel de Severidad:																						
Jr. Huánuco		C - 15		UM - 01		L: BAJA																						
Límites entre:		Jr. Belén - Jr. Urrelo		Número de Losas:		M: MEDIA																						
				24 paños		H: ALTA																						
Evaluado por:		MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Ubicación:		Fecha:																						
				Cajamarca		24/07/2020																						
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcho Grande 30 Parcho Pequeño					TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																							
FALLAS																												
Código de Falla	Descripción de la Falla				Severidad	Total	Densidad %	Valor de deducido (q)																				
23	Losa Dividida				M	3	12.50	25.00																				
29	Parcho Grande				L	9	37.50	15.00																				
29	Parcho Grande				M	10	41.67	29.00																				
30	Parcho Pequeño				M	8	33.33	7.50																				
						Tota VD =		76.5																				
Número de Deducidos > 2q =					4																							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =					29																							
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =					7.52																							
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																												
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																												
N°	Valores deducidos									TOTAL	q	CDV																
1	29	25	15	7.5						76.5	4	45.00																
2	29	25	15	2						71	3	45.50																
3	29	25	2	2						58	2	44.80																
4	29	2	2	2						35	1	35.00																
																												
Rangos de Clasificación del PCI																												
<table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table>													RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																											
100-85	Excelente																											
85-70	Muy Bueno																											
70-55	Bueno																											
55-40	Regular																											
40-25	Malo																											
25-10	Muy Malo																											
10-0	Fallado																											
MÁXIMO CVD = 45.50																												
PCI = 100 - MAX. CVD = 54.50																												
CLASIFICACIÓN = REGULAR																												
Vista de la Unidad de Muestra UM - 1																												

Fuente: Elaboración propia

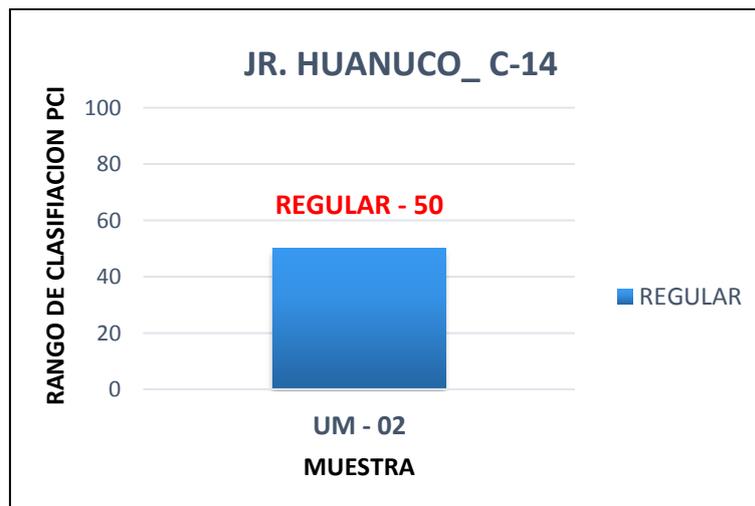
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-02 fueron: 7 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad alta (H), 8 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 5 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 4 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M), 6 losas que presentan descascaramiento de junta (39) de severidad media (M).

Figura 67: Fallas existentes en la UM - 02



Fuente: Elaboración propia

Figura 68: Clasificación PCI de la UM - 02



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 50, se encuentra dentro del rango [55 - 40]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **REGULAR**

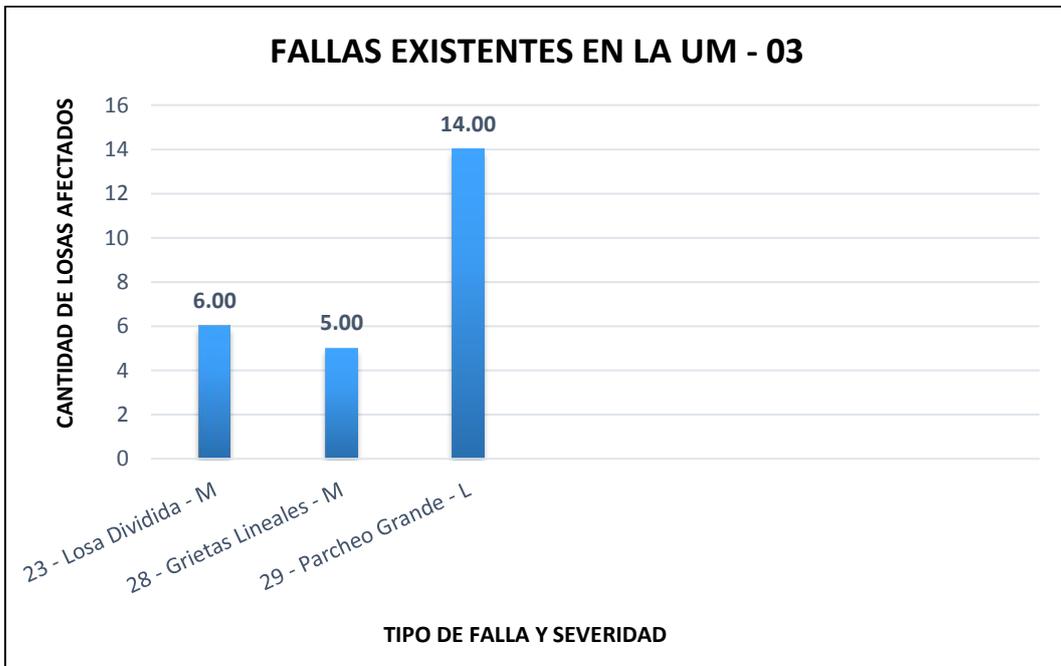
Tabla 31: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 02

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																																		
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																																				
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:																																
Jr. Huánuco		C - 14		UM - 02																																
Limites entre:		Numero de Losas:		Nivel de Severidad:																																
Jr. Bellavista – Jr. Belén		20 paños		L: BAJA																																
Evaluado por:		Ubicación:		Fecha:																																
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca		24/07/2020																																
TIPOS DE DAÑO			TIPOS DE DAÑO																																	
N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño			N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																																	
FALLAS																																				
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																															
28	Grietas Lineales	H	7	35.00	37.60																															
29	Parcheo Grande	L	8	40.00	15.80																															
29	Parcheo Grande	M	5	25.00	16.90																															
30	Parcheo Pequeño	M	4	20.00	3.00																															
39	Descascaramiento de Junta	M	6	30.00	12.80																															
				Tota VD =	86.1																															
Número de Deducidos > 2q =		5																																		
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		37.6																																		
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		6.73																																		
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																																				
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																																				
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV																							
1	37.6	16.9	15.8	12.8	3						86.1	5	47.50																							
2	37.6	16.9	15.8	12.8	2						85.1	4	50.00																							
3	37.6	16.9	15.8	2	2						74.3	3	48.00																							
4	37.6	16.9	2	2	2						60.5	2	46.50																							
5	37.6	2	2	2	2						45.6	1	45.60																							
<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">RANGO</th> <th style="text-align: left;">CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> <tr> <td>MÁXIMO CVD =</td> <td>50.00</td> </tr> <tr> <td>PCI = 100 - MAX. CVD =</td> <td>50.00</td> </tr> <tr> <td>CLASIFICACIÓN =</td> <td>REGULAR</td> </tr> </tbody> </table>													Rangos de Clasificación del PCI		RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado	MÁXIMO CVD =	50.00	PCI = 100 - MAX. CVD =	50.00	CLASIFICACIÓN =	REGULAR
Rangos de Clasificación del PCI																																				
RANGO	CLASIFICACIÓN																																			
100-85	Excelente																																			
85-70	Muy Bueno																																			
70-55	Bueno																																			
55-40	Regular																																			
40-25	Malo																																			
25-10	Muy Malo																																			
10-0	Fallado																																			
MÁXIMO CVD =	50.00																																			
PCI = 100 - MAX. CVD =	50.00																																			
CLASIFICACIÓN =	REGULAR																																			
 <p style="text-align: center;">Vista de la Unidad de Muestra UM - 2</p>																																				

Fuente: Elaboración propia

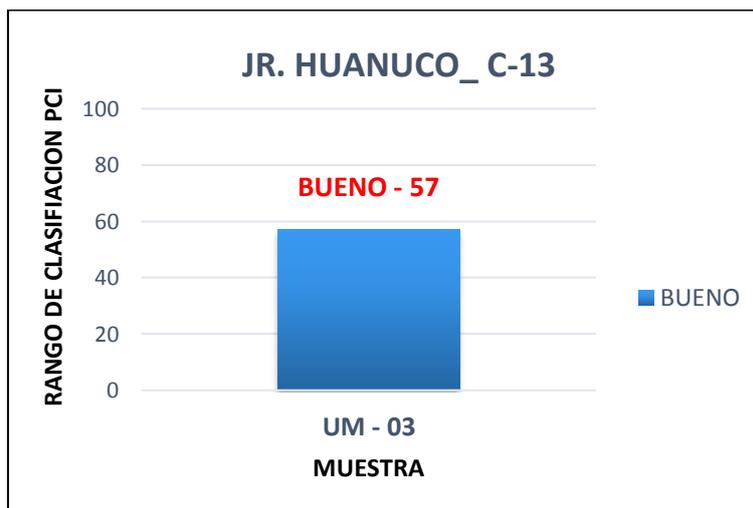
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-03 fueron: 6 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad media (M), 5 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 14 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L).

Figura 69: Fallas existentes en la UM - 03



Fuente: Elaboración propia

Figura 70: Clasificación PCI de la UM - 03



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 57, se encuentra dentro del rango [70 - 55]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **BUENO**

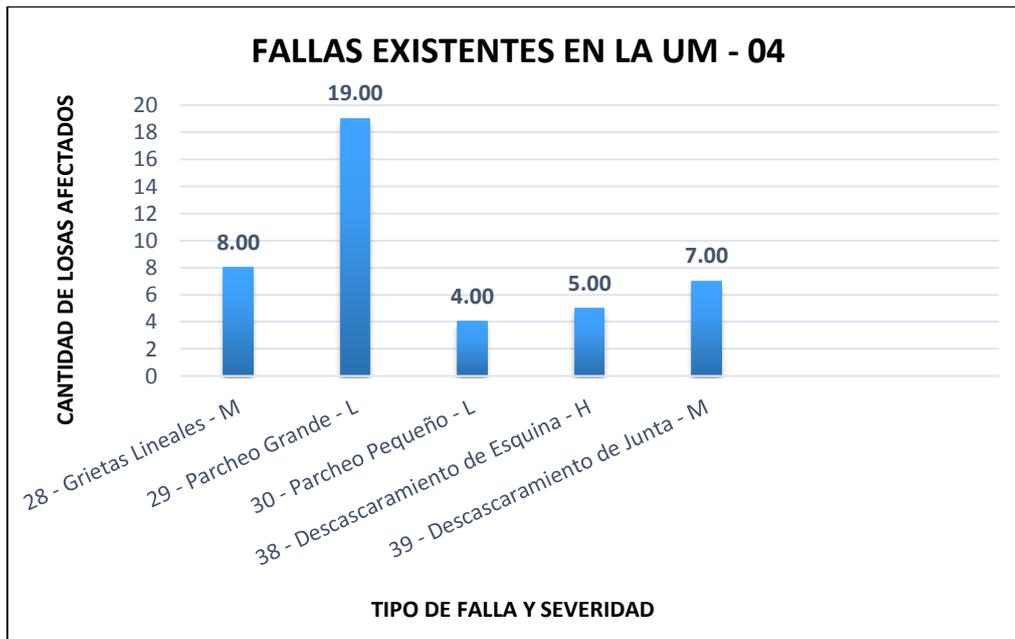
Tabla 33: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																									
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																									
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:		Nivel de Severidad:																			
Jr. Huánuco		C - 13		UM - 03		L: BAJA																			
Límites entre:		Jr. Dos de Mayo – Jr. Bellavista		Número de Losas:		M: MEDIA																			
Evaluado por:		MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Ubicación:		H: ALTA																			
				Cajamarca		Fecha: 24/07/2020																			
<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>21 Blowup / Buckling</p> <p>22 Grieta de Esquina</p> <p>23 Losa Dividida</p> <p>24 Grieta de durabilidad "D"</p> <p>25 Escala</p> <p>26 Sello de Junta</p> <p>27 Desnivel Carril / Berma</p> <p>28 Grietas Lineales</p> <p>29 Parcho Grande</p> <p>30 Parcho Pequeño</p>					<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>31 Pulimento de Agregados</p> <p>32 Popouts</p> <p>33 Bombeo</p> <p>34 Punzonamiento</p> <p>35 Cruce de Vía Férrea</p> <p>36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado</p> <p>37 Grietas de Retracción</p> <p>38 Descascaramiento de Esquina</p> <p>39 Descascaramiento de Junta</p>																				
FALLAS																									
Código de Falla	Descripción de la Falla			Severidad	Total	Densidad %	Valor de deducido (q)																		
23	Losa Dividida			M	6	21.43	34.50																		
28	Grietas Lineales			M	5	17.86	13.00																		
29	Parcho Grande			L	14	50.00	18.90																		
						Tota VD =		66.4																	
Número de Deducidos > 2q =		3																							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		34.5			$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																				
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		7.02																							
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																									
N°	Valores deducidos			TOTAL	q	CDV																			
1	34.5	18.9	13	66.4	3	42.50																			
2	34.5	18.9	2	55.4	2	43.00																			
3	34.5	2	2	38.5	1	38.50																			
																									
<p>Rangos de Clasificación del PCI</p> <table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table> <p>MÁXIMO CVD = 43.00</p> <p>PCI = 100 - MAX. CVD = 57.00</p> <p>CLASIFICACIÓN = BUENO</p>										RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																								
100-85	Excelente																								
85-70	Muy Bueno																								
70-55	Bueno																								
55-40	Regular																								
40-25	Malo																								
25-10	Muy Malo																								
10-0	Fallado																								
Vista de la Unidad de Muestra UM - 3																									

Fuente: Elaboración propia

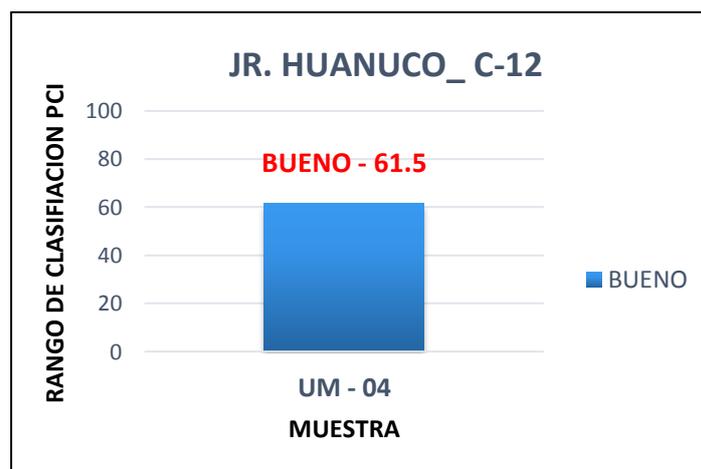
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-04 fueron: 8 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 19 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 4 losas que presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Leve (L), 5 losas que presentan descascaramiento de esquina (38) de severidad alta (H), 7 losas que presentan descascaramiento de junta (39) de severidad media (M).

Figura 71: *Fallas existentes en la UM - 04*



Fuente: Elaboración propia

Figura 72: *Clasificación PCI de la UM - 04*

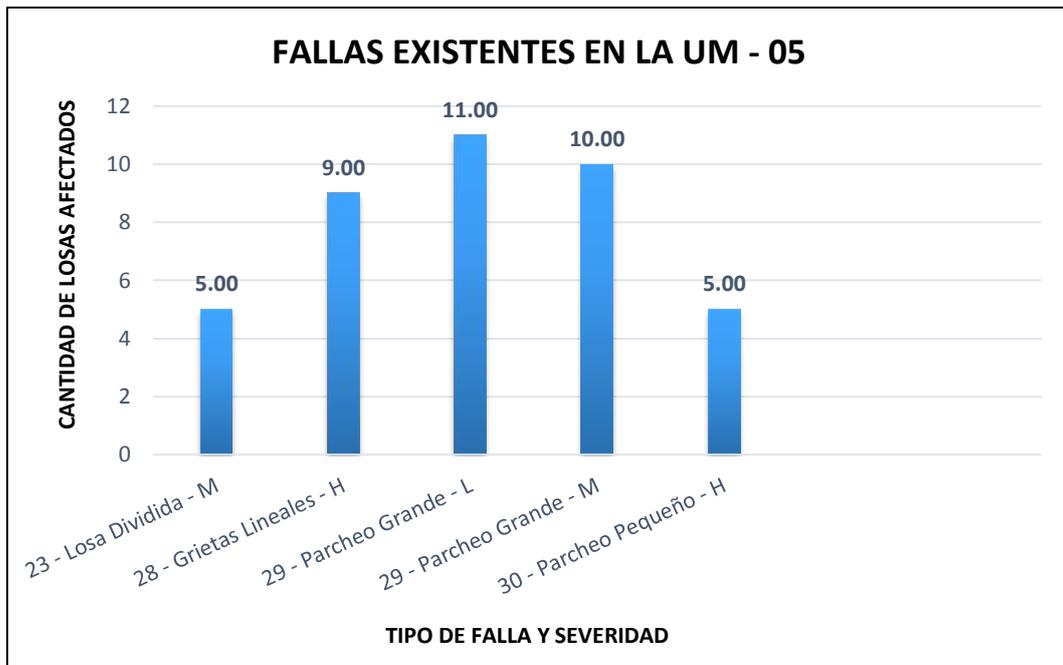


Fuente: Elaboración propia

Para $PCI = 61.5$, se encuentra dentro del rango [70 - 55]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **BUENO**

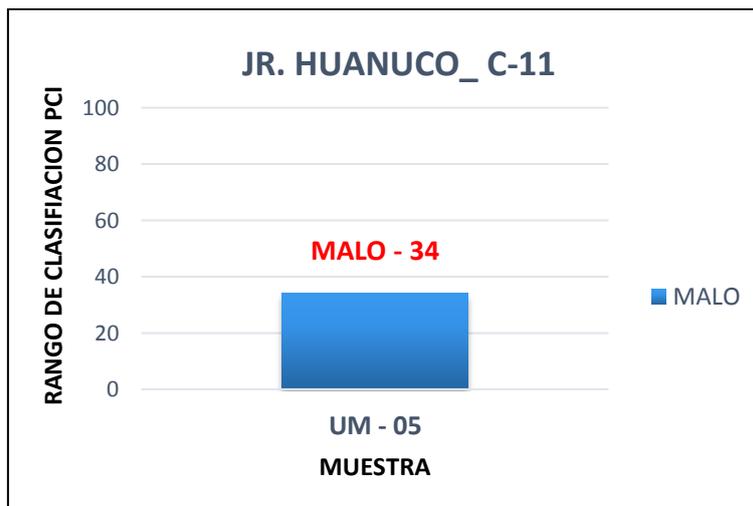
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-05 fueron: 5 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad media (M), 9 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad alta (H), 11 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 10 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 5 losas que presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad alta (H).

Figura 73: Fallas existentes en la UM - 05



Fuente: Elaboración propia

Figura 74: Clasificación PCI de la UM - 05



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 34, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

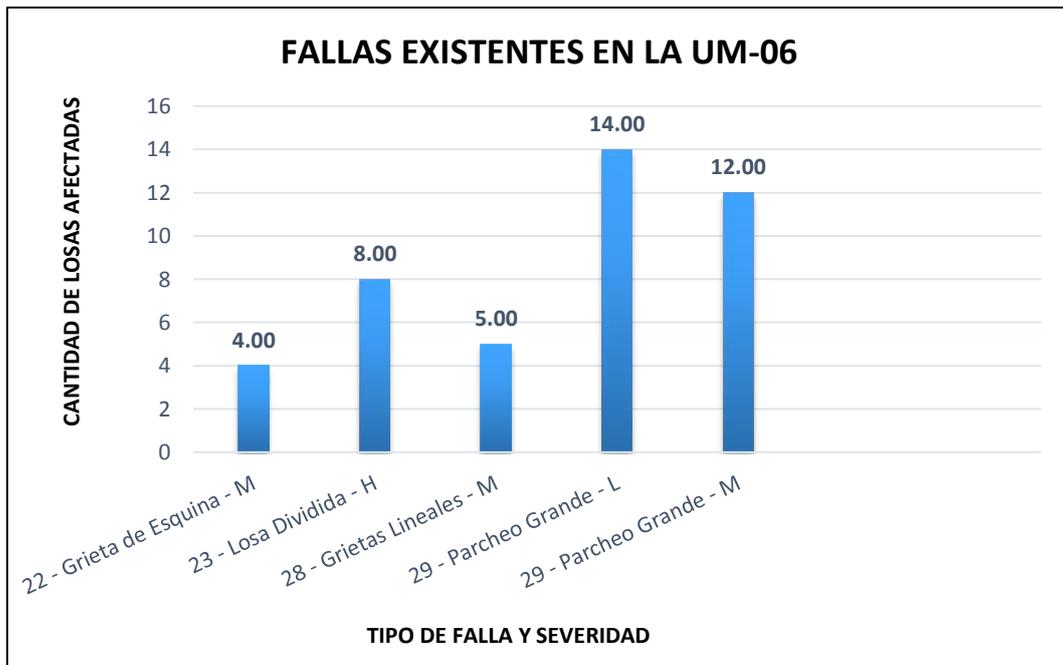
Tabla 37: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 05

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																														
Nombre de la vía: Jr. Huánuco	Cuadra: C - 11	Unidad de Muestra: UM - 05	Nivel de Severidad: L: BAJA M: MEDIA H: ALTA																											
Limites entre: Jr. Cruz de Piedra – Jr. San Martín	Numero de Losas: 26 paños	Ubicación: Cajamarca	Fecha: 24/07/2020																											
Evaluado por: MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)																														
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																												
FALLAS																														
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor de deducido (q)																									
23	Losa Dividida	M	5	19.23	32.50																									
28	Grietas Lineales	H	9	34.62	37.50																									
29	Parcheo Grande	L	11	42.31	17.00																									
29	Parcheo Grande	M	10	38.46	27.00																									
30	Parcheo Pequeño	H	5	19.23	8.00																									
				Tota VD =	122																									
Número de Deducidos > 2q =		5																												
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		37.5		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																										
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		6.74																												
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																														
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV																	
1	37.5	32.5	27	17	8.00						122	5	66.00																	
2	37.5	32.5	27	17	2						116	4	66.00																	
3	37.5	32.5	27	2	2						101	3	64.00																	
4	37.5	32.5	2	2	2						76	2	56.00																	
5	37.5	2	2	2	2						45.5	1	45.50																	
													Rangos de Clasificación del PCI <table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table>		RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																													
100-85	Excelente																													
85-70	Muy Bueno																													
70-55	Bueno																													
55-40	Regular																													
40-25	Malo																													
25-10	Muy Malo																													
10-0	Fallado																													
											MÁXIMO CVD =	66.00																		
											PCI = 100 - MAX. CVD =	34.00																		
											CLASIFICACIÓN =	MALO																		

Fuente: Elaboración propia

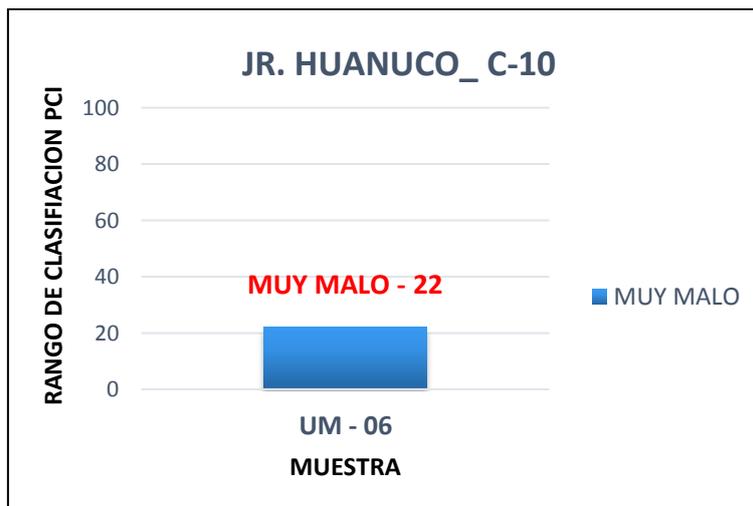
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-06 fueron: 4 losas que presentan grietas de esquina (22) de severidad media (M), 8 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 5 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 14 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 12 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M)

Figura 75: Fallas existentes en la UM - 06



Fuente: Elaboración propia

Figura 76: Clasificación PCI de la UM - 06



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 22, se encuentra dentro del rango [25 - 10]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MUY MALO**

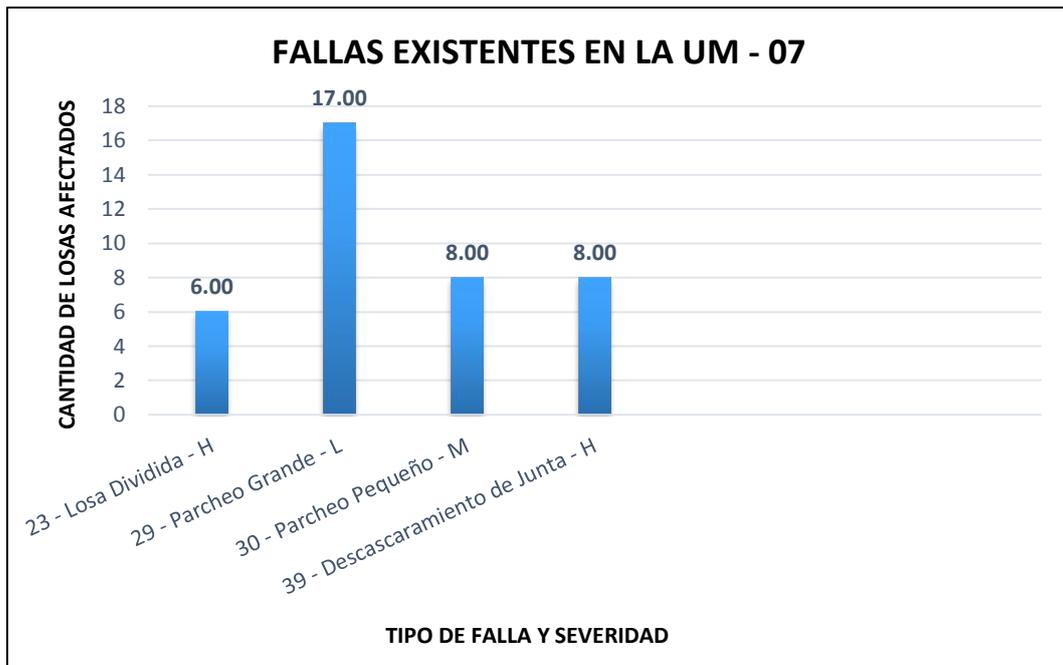
Tabla 39: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 06

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																												
Nombre de la vía:	Cuadra	Unidad de Muestra:	Nivel de Severidad:																									
Jr. Huánuco	C - 10	UM - 06	L: BAJA																									
Limites entre:		Numero de Losas:	M: MEDIA																									
Jr. Atahualpa – Jr. Cruz de Piedra		26 paños	H: ALTA																									
Evaluado por:		Ubicación:	Fecha:																									
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca	24/07/2020																									
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																										
FALLAS																												
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																							
22	Grieta de Esquina	M	4	15.38	22.00																							
23	Losa Dividida	H	8	30.77	62.00																							
28	Grietas Lineales	M	5	19.23	14.00																							
29	Parcheo Grande	L	14	53.85	20.00																							
29	Parcheo Grande	M	12	46.15	31.00																							
				Tota VD =	149																							
Número de Deducidos > 2q =		5																										
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		62		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																								
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		4.49																										
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																												
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV															
1	62	31	22	20	14						149	5	78.00															
2	62	31	22	20	2						137	4	75.50															
3	62	31	22	2	2						119	3	73.50															
4	62	31	2	2	2						99	2	70.00															
5	62	2	2	2	2						70	1	70.00															
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p>Vista de la Unidad de Muestra UM - 06</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">RANGO</th> <th style="text-align: left;">CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100-85</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>85-70</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>70-55</td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>55-40</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>40-25</td><td>Malo</td></tr> <tr><td>25-10</td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>10-0</td><td>Fallado</td></tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 20px;">MÁXIMO CVD = 78.00</p> <p>PCI = 100 - MAX. CVD = 22.00</p> <p>CLASIFICACIÓN = MUY MALO</p> </div> </div>													RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																											
100-85	Excelente																											
85-70	Muy Bueno																											
70-55	Bueno																											
55-40	Regular																											
40-25	Malo																											
25-10	Muy Malo																											
10-0	Fallado																											

Fuente: Elaboración propia

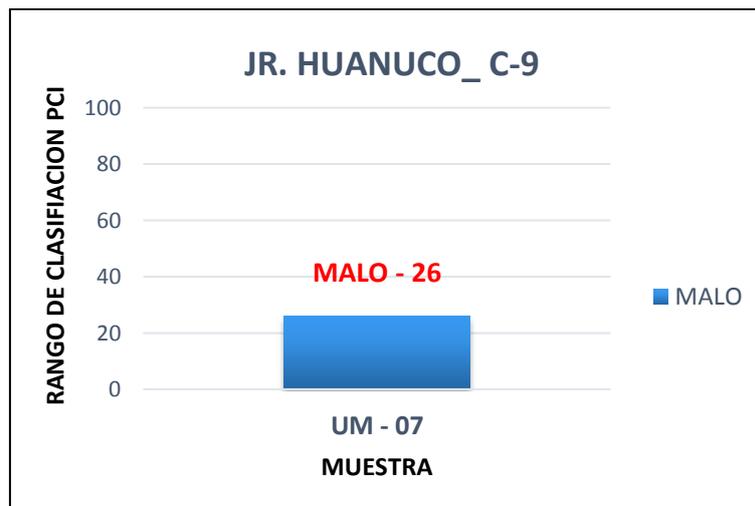
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-07 fueron: 6 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 17 losas que presentan parcheo grande (29) de severidad leve (L), 8 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad media (M), 8 losas presentan descascaramiento de junta (39) de severidad alta (H).

Figura 77: Fallas existentes en la UM - 07



Fuente: Elaboración propia

Figura 78: Clasificación PCI de la UM - 07



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 26, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

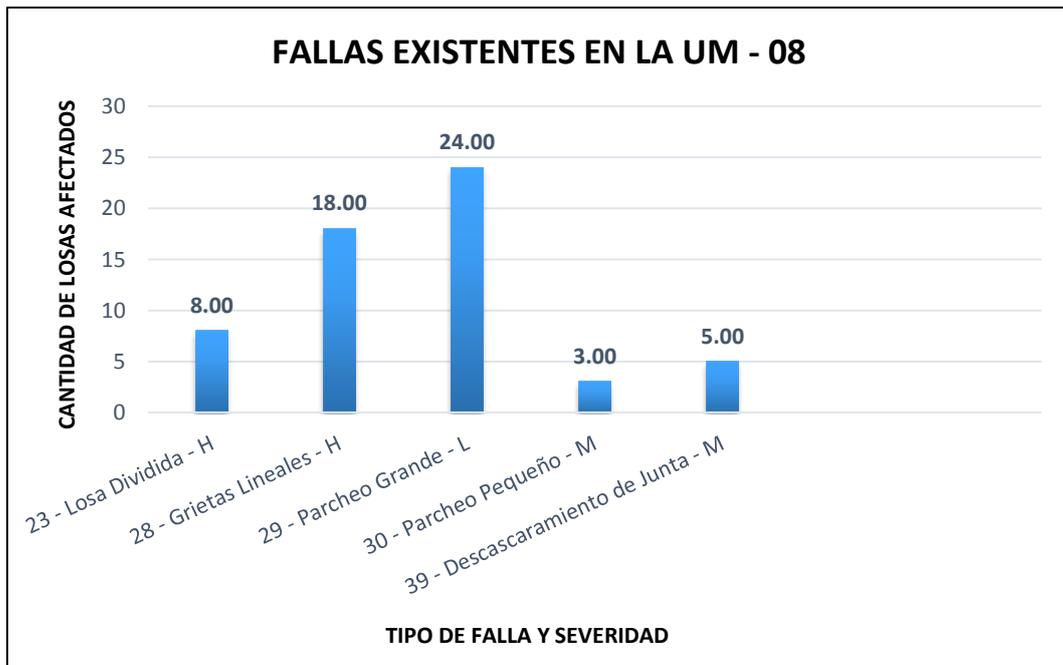
Tabla 41: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 07

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																					
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																							
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:																			
Jr. Huánuco		C - 9		UM - 07																			
Limites entre:		Numero de Losas:		Nivel de Severidad:																			
Jr. Apurímac – Jr. Atahualpa		22 paños		L: BAJA																			
Evaluado por:		Ubicación:		M: MEDIA																			
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca		H: ALTA																			
				Fecha: 24/07/2020																			
TIPOS DE DAÑO			TIPOS DE DAÑO																				
N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño			N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																				
FALLAS																							
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																		
23	Losa Dividida	H	6	27.27	58.00																		
29	Parcheo Grande	L	17	77.27	25.00																		
30	Parcheo Pequeño	M	8	36.36	8.33																		
39	Descascaramiento de Junta	H	8	36.36	36.00																		
				Tota VD =	127.33																		
Número de Deducidos > 2q =		4		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																			
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		58																					
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		4.86																					
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																							
N°	Valores deducidos				TOTAL	q	CDV																
1	58	36	25	8.33	127.33	4	71.00																
2	58	36	25	2	121	3	74.00																
3	58	36	2	2	98	2	69.00																
4	58	2	2	2	64	1	64.00																
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</p> <table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table> <p>MÁXIMO CVD = 74.00</p> <p>PCI = 100 - MAX. CVD = 26.00</p> <p>CLASIFICACIÓN = MALO</p> </div> </div>								RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																						
100-85	Excelente																						
85-70	Muy Bueno																						
70-55	Bueno																						
55-40	Regular																						
40-25	Malo																						
25-10	Muy Malo																						
10-0	Fallado																						
Vista de la Unidad de Muestra UM - 07																							

Fuente: Elaboración propia

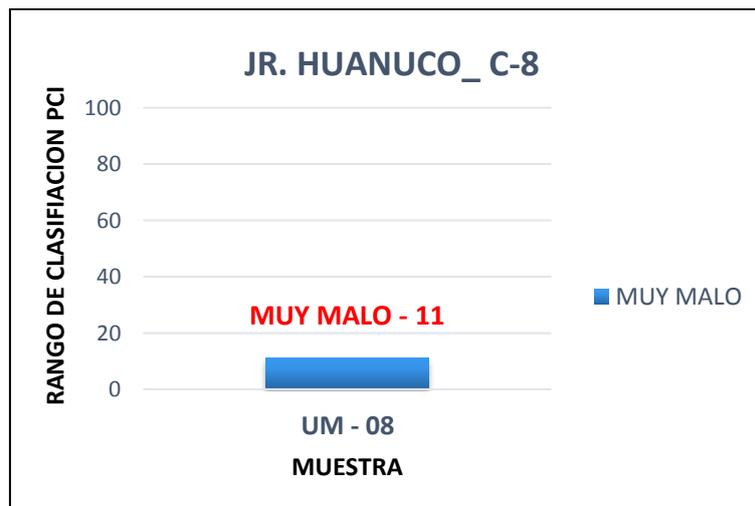
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-08 fueron: 8 losas presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 18 losas presentan Grietas lineales (28) de severidad alta (H), 24 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 3 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M), 5 losas presentan descascaramiento de junta (39) de severidad media (M).

Figura 79: Fallas existentes en la UM - 08



Fuente: Elaboración propia

Figura 80: Clasificación PCI de la UM - 08



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 11, se encuentra dentro del rango [25 - 10]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MUY MALO**

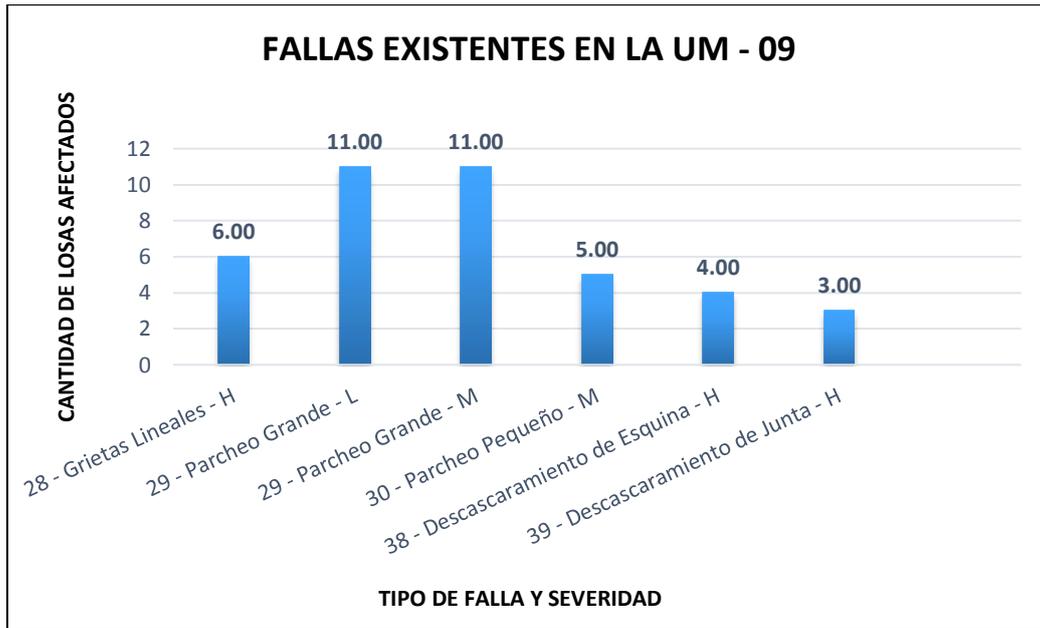
Tabla 43: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 08

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																							
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																									
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:																					
Jr. Huánuco		C - 8		UM - 08																					
Limites entre:		Numero de Losas:		Nivel de Severidad:																					
Jr. La Mar – Jr. Apurímac		24 paños		L: BAJA																					
Evaluado por:		Ubicación:		M: MEDIA																					
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca		H: ALTA																					
				Fecha: 24/07/2020																					
TIPOS DE DAÑO			TIPOS DE DAÑO																						
N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño			N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																						
FALLAS																									
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																				
23	Losa Dividida	H	8	33.33	64.00																				
28	Grietas Lineales	H	18	75.00	55.80																				
29	Parcheo Grande	L	24	100.00	28.40																				
30	Parcheo Pequeño	M	3	12.50	2.20																				
39	Descascaramiento de Junta	M	5	20.83	9.00																				
				Tota VD =	159.4																				
Número de Deducidos > 2q =		5																							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		64		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																					
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		4.31																							
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																									
N°	Valores deducidos						TOTAL	q	CDV																
1	64	55.8	28.4	9	2.2		159.4	5	82.00																
2	64	55.8	28.4	9	2		159.2	4	85.00																
3	64	55.8	28.4	2	2		152.2	3	89.00																
4	64	55.8	2	2	2		125.8	2	84.00																
5	64	2	2	2	2		72	1	72.00																
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;">  <p style="text-align: center;">Vista de la Unidad de Muestra UM - 08</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</p> <table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table> <p>MÁXIMO CVD = 89.00</p> <p>PCI = 100 - MAX. CVD = 11.00</p> <p>CLASIFICACIÓN = MUY MALO</p> </div> </div>										RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																								
100-85	Excelente																								
85-70	Muy Bueno																								
70-55	Bueno																								
55-40	Regular																								
40-25	Malo																								
25-10	Muy Malo																								
10-0	Fallado																								

Fuente: Elaboración propia

Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-09 fueron: 6 losas presentan grietas lineales (28) de severidad alta (H), 11 losas que presentan parcheo grande (29) de severidad leve (L), 11 losas presentan parcheo grande (29) de severidad media (M), 5 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad media (M), 4 losas presentan descascaramiento de esquina (38) de severidad alta (H), 3 losas presentan descascaramiento de junta (39) de severidad alta (H).

Figura 81: *Fallas existentes en la UM - 09*



Fuente: Elaboración propia

Figura 82: *Clasificación PCI de la UM - 09*



Fuente: Elaboración propia

Para $PCI = 36.5$, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

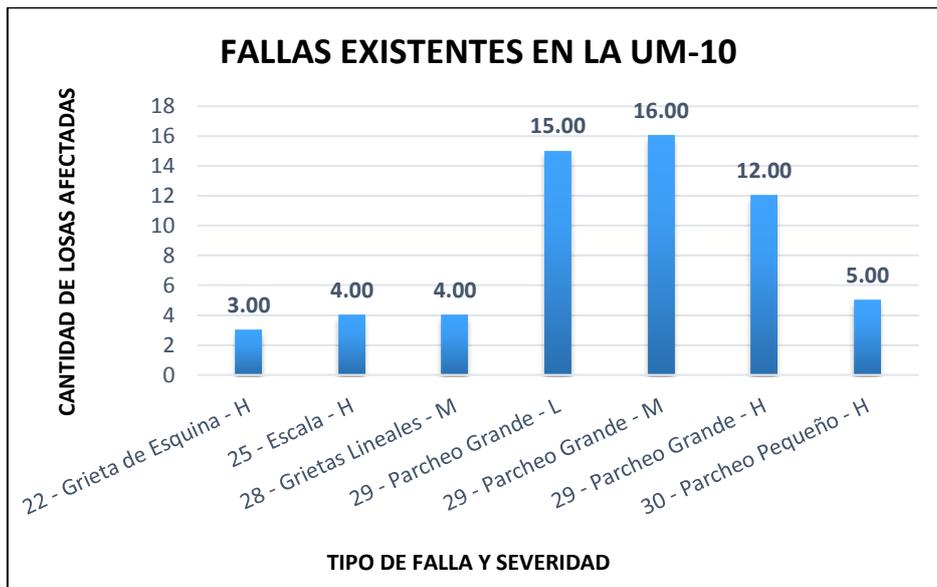
Tabla 45: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 09

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)															
Nombre de la vía:	Cuadra	Unidad de Muestra:	Nivel de Severidad:												
Jr. Huánuco	C - 7	UM - 09	L: BAJA												
Limites entre:		Numero de Losas:	M: MEDIA												
Jr. Tarapacá – Jr. La Mar		22 paños	H: ALTA												
Evaluado por:		Ubicación:	Fecha:												
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca	24/07/2020												
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta													
FALLAS															
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)										
28	Grietas Lineales	H	6	27.27	33.00										
29	Parcheo Grande	L	11	50.00	18.90										
29	Parcheo Grande	M	11	50.00	33.00										
30	Parcheo Pequeño	M	5	22.73	4.00										
38	Descascaramiento de Esquina	H	4	18.18	12.00										
39	Descascaramiento de Junta	H	3	13.64	18.00										
Tota VD =					118.9										
Número de Deducidos > 2q =		6													
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		33													
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		7.15													
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$															
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)															
N°	Valores deducidos											TOTAL	q	CDV	
1	33	33	18.9	18	12	4.00							118.9	6	61.50
2	33	33	18.9	18	12	2							116.9	5	63.50
3	33	33	18.9	18	2	2							106.9	4	61.50
4	33	33	18.9	2	2	2							90.9	3	58.00
5	33	33	2	2	2	2							74	2	55.00
6	33	2	2	2	2	2							43	1	43.00
															
Rangos de Clasificación del PCI															
RANGO		CLASIFICACIÓN													
100-85		Excelente													
85-70		Muy Bueno													
70-55		Bueno													
55-40		Regular													
40-25		Malo													
25-10		Muy Malo													
10-0		Fallado													
MÁXIMO CVD =		63.50													
PCI = 100 - MAX. CVD =		36.50													
CLASIFICACIÓN =		MALO													
Vista de la Unidad de Muestra UM - 09															

Fuente: Elaboración propia

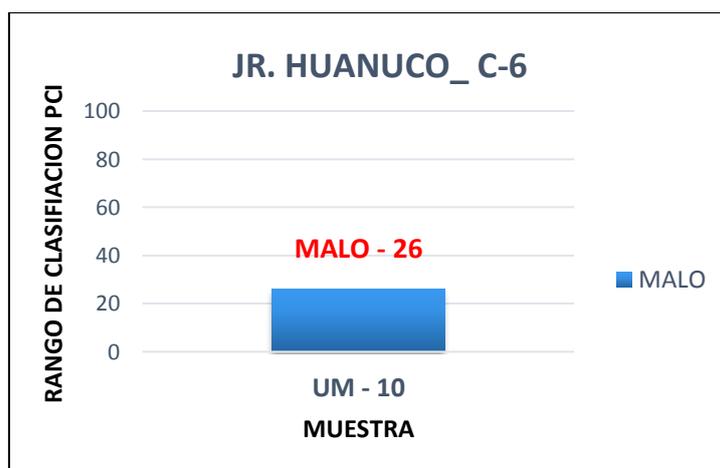
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-10 fueron: 3 losas presentan grietas de esquina (22) de severidad alta (H), 4 losas presentan la falla tipo escala (25) de severidad alta (H), 4 losas presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 15 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 16 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 12 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad alta (H), 5 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad alta (H).

Figura 83: *Fallas existentes en la UM - 10*



Fuente: Elaboración propia

Figura 84: *Clasificación PCI de la UM - 10*



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 26, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

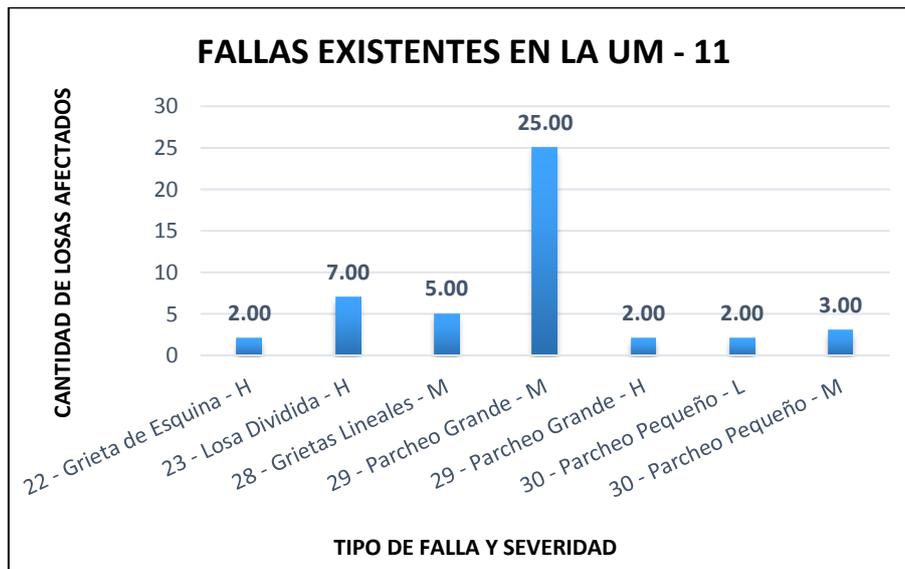
Tabla 47: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 10

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																												
Nombre de la vía: Jr. Huánuco	Cuadra: C - 6	Unidad de Muestra: UM - 10	Nivel de Severidad: L: BAJA M: MEDIA H: ALTA																									
Limites entre: Jr. Pisagua – Jr. Tarapacá	Numero de Losas: 32 paños	Ubicación: Cajamarca	Fecha: 24/07/2020																									
Evaluado por: MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)																												
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																										
FALLAS																												
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																							
22	Grieta de Esquina	H	3	9.38	22.00																							
25	Escala	H	4	12.50	19.00																							
28	Grietas Lineales	M	4	12.50	9.50																							
29	Parcheo Grande	L	15	46.88	18.00																							
29	Parcheo Grande	M	16	50.00	33.00																							
29	Parcheo Grande	H	12	37.50	45.00																							
30	Parcheo Pequeño	H	5	15.63	6.50																							
				Tota VD =	153																							
Número de Deducidos > 2q =		7																										
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		45																										
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		6.05																										
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																												
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																												
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV															
1	45	33	22	19	18	9.50	6.5				153	7	-															
2	45	33	22	19	18	9.50	2				148.5	6	74.00															
3	45	33	22	19	18	2	2				141	5	74.00															
4	45	33	22	19	2	2	2				125	4	70.00															
5	45	33	22	2	2	2	2				108	3	67.50															
6	45	33	2	2	2	2	2				88	2	63.00															
7	45	2	2	2	2	2	2				57	1	57.00															
Rangos de Clasificación del PCI																												
<table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table>													RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																											
100-85	Excelente																											
85-70	Muy Bueno																											
70-55	Bueno																											
55-40	Regular																											
40-25	Malo																											
25-10	Muy Malo																											
10-0	Fallado																											
MÁXIMO CVD = 74.00																												
PCI = 100 - MAX. CVD = 26.00																												
CLASIFICACIÓN = MALO																												
																												
Vista de la Unidad de Muestra UM - 010																												

Fuente: Elaboración propia

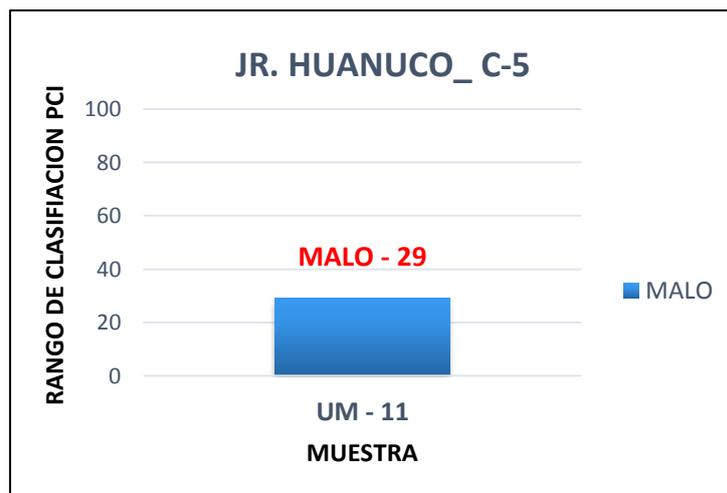
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-11 fueron: 2 losas presentan grietas de esquina (22) de severidad alta (H), 7 losas presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 5 losas presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 25 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad media (M), 2 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad alta (H), 2 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Leve (L), 3 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M).

Figura 85: Fallas existentes en la UM - 11



Fuente: Elaboración propia

Figura 86: Clasificación PCI de la UM -11



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 29, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

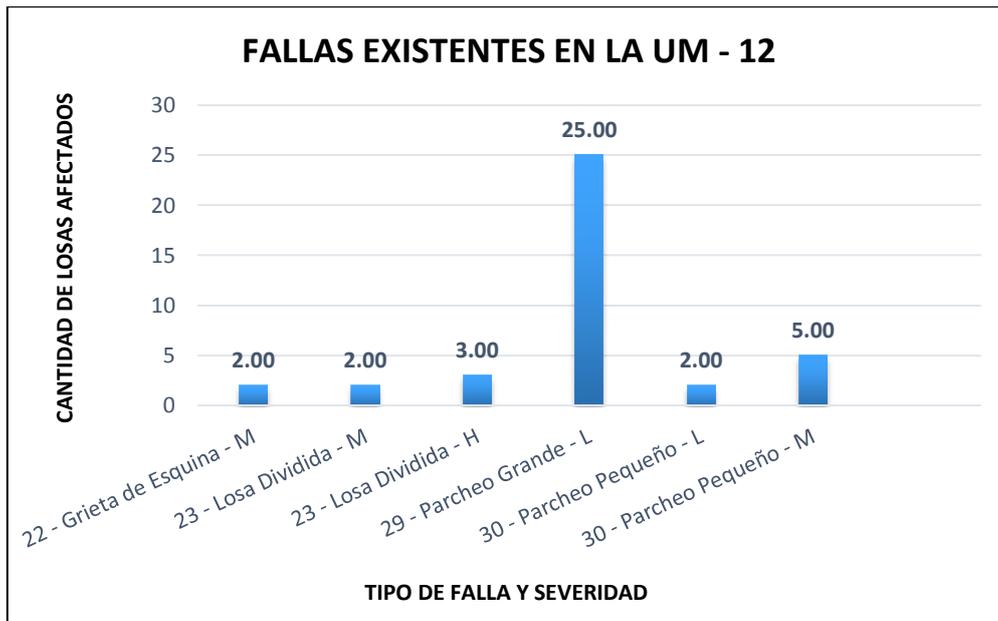
Tabla 49: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM -11

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)													
Nombre de la vía: Jr. Huánuco	Cuadra: C - 5	Unidad de Muestra: UM - 11	Nivel de Severidad: L: BAJA M: MEDIA H: ALTA										
Limites entre: Jr. José Gálvez – Jr. Pisagua	Numero de Losas: 32 paños	Ubicación: Cajamarca	Fecha: 24/07/2020										
Evaluado por: MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)													
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta											
FALLAS													
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)								
22	Grieta de Esquina	H	2	6.25	15.00								
23	Losa Dividida	H	7	21.88	52.50								
28	Grietas Lineales	M	5	15.63	12.00								
29	Parcheo Grande	M	25	78.13	43.00								
29	Parcheo Grande	H	2	6.25	10.00								
30	Parcheo Pequeño	L	2	6.25	0.25								
30	Parcheo Pequeño	M	3	9.38	1.60								
Tota VD =					134.35								
Número de Deducidos > 2q =		5											
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		52.5		$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$									
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		5.36											
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV
1	52.5	43	15	12	10						132.5	5	70.50
2	52.5	43	15	12	2						124.5	4	70.00
3	52.5	43	15	2	2						114.5	3	71.00
4	52.5	43	2	2	2						101.5	2	71.00
5	52.5	2	2	2	2						60.5	1	60.50
													
Rangos de Clasificación del PCI													
RANGO		CLASIFICACIÓN											
100-85		Excelente											
85-70		Muy Bueno											
70-55		Bueno											
55-40		Regular											
40-25		Malo											
25-10		Muy Malo											
10-0		Fallado											
MÁXIMO CVD =		71.00											
PCI = 100 - MAX. CVD =		29.00											
CLASIFICACIÓN =		MALO											
Vista de la Unidad de Muestra UM - 011													

Fuente: Elaboración propia

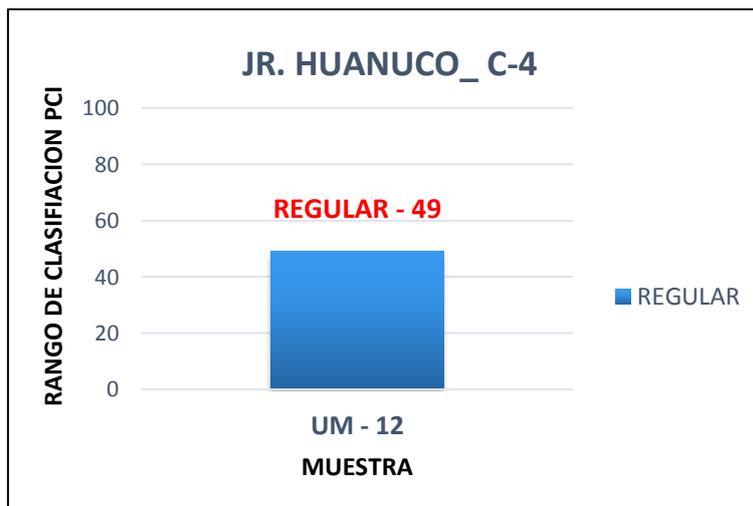
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-12 fueron: 2 losas presentan grietas de esquina (22) de severidad media (M), 2 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad media (M), 3 losas presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 25 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 2 losas presentan Parcheo pequeño (30) de severidad leve (L), 5 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M).

Figura 87: *Fallas existentes en la UM - 12*



Fuente: Elaboración propia

Figura 88: *Clasificación PCI de la UM - 12*



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 49, se encuentra dentro del rango [55 - 40]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **REGULAR**

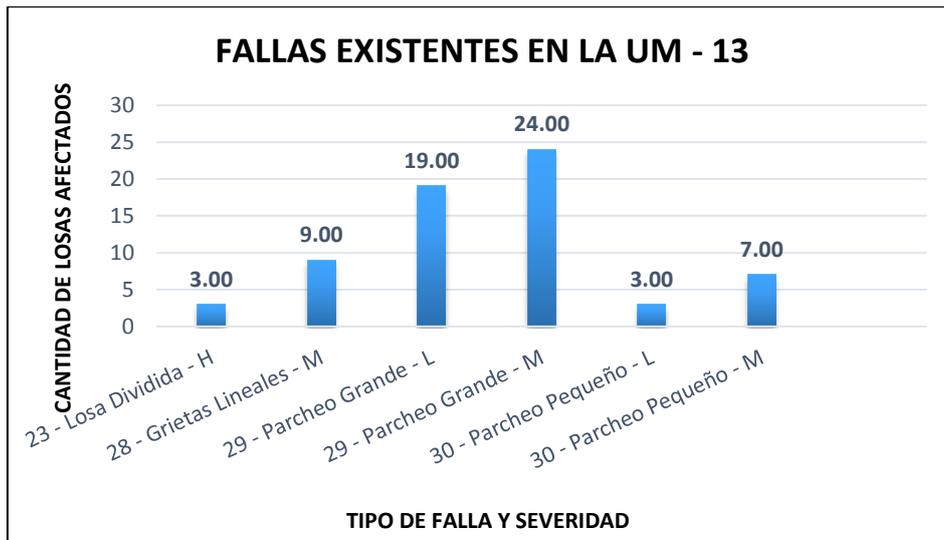
Tabla 51: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM -12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA													
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)													
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:		Nivel de Severidad:							
Jr. Huánuco		C - 4		UM - 12		L: BAJA							
Límites entre:		Jr. Juan Villanueva – Jr. José Gálvez		Número de Losas:		M: MEDIA							
Evaluado por:		MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Ubicación:		H: ALTA							
				Cajamarca		Fecha: 24/07/2020							
<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>21 Blowup / Buckling</p> <p>22 Grieta de Esquina</p> <p>23 Losa Dividida</p> <p>24 Grieta de durabilidad "D"</p> <p>25 Escala</p> <p>26 Sello de Junta</p> <p>27 Desnivel Carril / Berma</p> <p>28 Grietas Lineales</p> <p>29 Parcheo Grande</p> <p>30 Parcheo Pequeño</p>						<p>TIPOS DE DAÑO</p> <p>N° DAÑO</p> <p>31 Pulimento de Agregados</p> <p>32 Popouts</p> <p>33 Bombeo</p> <p>34 Punzonamiento</p> <p>35 Cruce de Vía Férrea</p> <p>36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado</p> <p>37 Grietas de Retracción</p> <p>38 Descascaramiento de Esquina</p> <p>39 Descascaramiento de Junta</p>							
FALLAS													
Código de Falla	Descripción de la Falla					Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)				
22	Grieta de Esquina					M	2	7.14	10.00				
23	Losa Dividida					M	2	7.14	15.00				
23	Losa Dividida					H	3	10.71	33.50				
29	Parcheo Grande					L	25	89.29	27.00				
30	Parcheo Pequeño					L	2	7.14	0.29				
30	Parcheo Pequeño					M	5	17.86	3.50				
							Tota VD =		89.29				
Número de Deducidos > 2q =						5							
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =						33.50							
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =						7.11							
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$													
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV
1	33.5	27	15	10	3.5						89	5	49.00
2	33.5	27	15	10	2						87.5	4	51.00
3	33.5	27	15	2	2						79.5	3	51.00
4	33.5	27	2	2	2						66.5	2	50.00
5	33.5	2	2	2	2						41.5	1	41.50
													
<p style="text-align: center;">Vista de la Unidad de Muestra UM - 012</p>													
Rangos de Clasificación del PCI													
RANGO	CLASIFICACIÓN												
100-85	Excelente												
85-70	Muy Bueno												
70-55	Bueno												
55-40	Regular												
40-25	Malo												
25-10	Muy Malo												
10-0	Fallado												
MÁXIMO CVD =											51.00		
PCI = 100 - MAX. CVD =											49.00		
CLASIFICACIÓN =											REGULAR		

Fuente: Elaboración propia

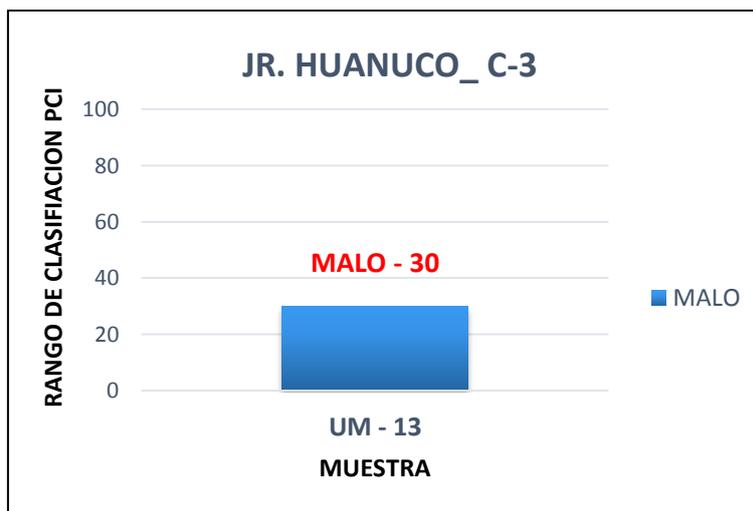
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-13 fueron: 3 losas que presentan una falla de losa dividida (23) de severidad alta (H), 9 losas que presentan Grietas lineales (28) de severidad media (M), 19 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 24 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 3 losas que presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Leve (L), 7 losas que presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M).

Figura 89: Fallas existentes en la UM - 13



Fuente: Elaboración propia

Figura 90: Clasificación PCI de la UM - 13



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 30, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **MALO**

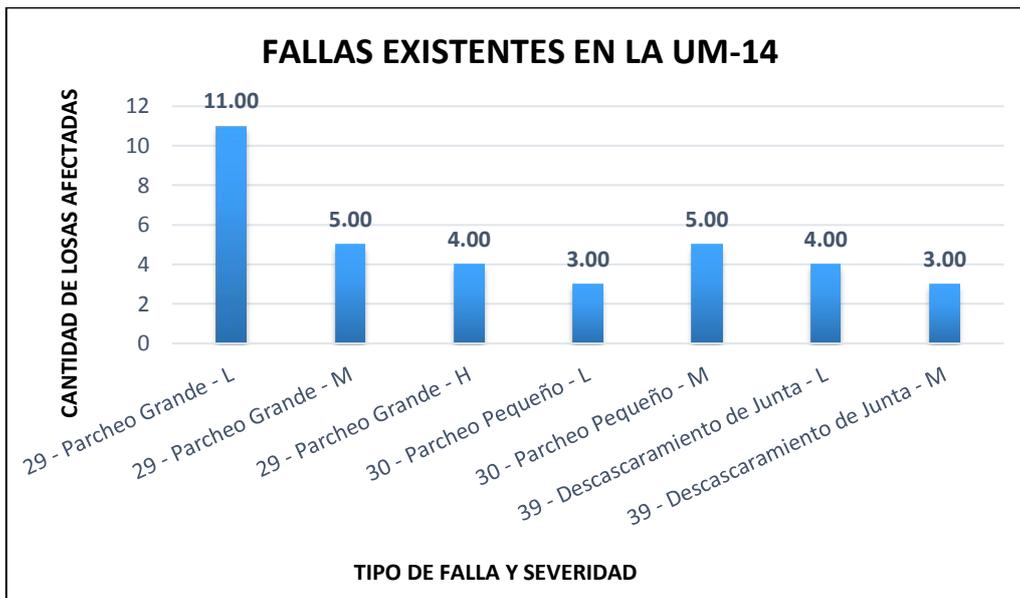
Tabla 53: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 13

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																													
Nombre de la vía:	Cuadra	Unidad de Muestra:	Nivel de Severidad:																										
Jr. Huánuco	C - 3	UM - 13	L: BAJA																										
Limites entre:		Numero de Losas:	M: MEDIA																										
Jr. Horacio Urteaga – Jr. Juan Villanueva		28 paños	H: ALTA																										
Evaluado por:		Ubicación:	Fecha:																										
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca	24/07/2020																										
TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño		TIPOS DE DAÑO N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																											
FALLAS																													
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																								
23	Losa Dividida	H	3	10.71	33.50																								
28	Grietas Lineales	M	9	32.14	21.00																								
29	Parcheo Grande	L	19	67.86	23.00																								
29	Parcheo Grande	M	24	85.71	45.00																								
30	Parcheo Pequeño	L	3	10.71	0.45																								
30	Parcheo Pequeño	M	7	25.00	5.00																								
Tota VD =					127.95																								
Número de Deducidos > 2q =		5																											
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		45																											
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (m̄) =		6.05																											
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																													
CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																													
N°	Valores deducidos										TOTAL	q	CDV																
1	45	33.50	23	21	5						127.5	5	68.00																
2	45	33.50	23	21	2						124.5	4	70.00																
3	45	33.50	23	2	2						105.5	3	66.00																
4	45	33.50	2	2	2						84.5	2	61.00																
5	45	2	2	2	2						53	1	53.00																
																													
Rangos de Clasificación del PCI																													
<table border="0"> <tr> <td>RANGO</td> <td>CLASIFICACIÓN</td> </tr> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>85-70</td> <td>Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>70-55</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>55-40</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>40-25</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallado</td> </tr> </table>														RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																												
100-85	Excelente																												
85-70	Muy Bueno																												
70-55	Bueno																												
55-40	Regular																												
40-25	Malo																												
25-10	Muy Malo																												
10-0	Fallado																												
MÁXIMO CVD = 70.00																													
PCI = 100 - MAX. CVD = 30.00																													
CLASIFICACIÓN = MALO																													
Vista de la Unidad de Muestra UM - 013																													

Fuente: Elaboración propia

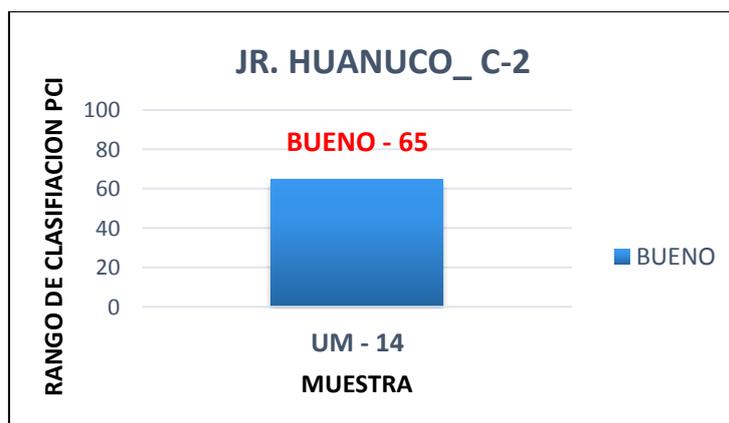
Las fallas más influyentes que estuvieron presentes en la unidad de muestra UM-14 fueron: 11 losas que presentan Parcheo Grande (29) de severidad Leve (L), 5 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Media (M), 4 losas presentan Parcheo Grande (29) de severidad Alta (H), 3 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Leve (L), 5 losas presentan Parcheo Pequeño (30) de severidad Media (M), 4 losas presentan Descascaramiento de Junta (39) de severidad Leve (L), 3 losas presentan Descascaramiento de Junta (39) de severidad Media (M).

Figura 91: Fallas existentes en la UM - 14



Fuente: Elaboración propia

Figura 92: Clasificación PCI de la UM - 14



Fuente: Elaboración propia

Para PCI = 65, se encuentra dentro del rango [70 - 55]. Por lo que se clasifica como un estado de conservación del pavimento **BUENO**

Tabla 55: Evaluación del índice de condición (PCI) de la UM - 14

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																								
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)																										
Nombre de la vía:		Cuadra		Unidad de Muestra:																						
Jr. Huánuco		C - 2		UM - 14																						
Limites entre:		Numero de Losas:		Nivel de Severidad:																						
Jr. Ucayali - Jr. Horacio Urteaga		30 paños		L: BAJA																						
Evaluado por:		Ubicación:		M: MEDIA																						
MURILLO HUACCHA, Santiago (Tesista)		Cajamarca		H: ALTA																						
				Fecha: 24/07/2020																						
TIPOS DE DAÑO			TIPOS DE DAÑO																							
N° DAÑO 21 Blowup / Buckling 22 Grieta de Esquina 23 Losa Dividida 24 Grieta de durabilidad "D" 25 Escala 26 Sello de Junta 27 Desnivel Carril / Berma 28 Grietas Lineales 29 Parcheo Grande 30 Parcheo Pequeño			N° DAÑO 31 Pulimento de Agregados 32 Popouts 33 Bombeo 34 Punzonamiento 35 Cruce de Vía Férrea 36 Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado 37 Grietas de Retracción 38 Descascaramiento de Esquina 39 Descascaramiento de Junta																							
FALLAS																										
Código de Falla	Descripcion de la Falla	Severidad	Total	Densidad %	Valor deducido (q)																					
29	Parcheo Grande	L	11	36.67	15.00																					
29	Parcheo Grande	M	5	16.67	10.00																					
29	Parcheo Grande	H	4	13.33	21.00																					
30	Parcheo Pequeño	L	3	10.00	0.40																					
30	Parcheo Pequeño	M	5	16.67	2.73																					
39	Descascaramiento de Junta	L	4	13.33	3.00																					
39	Descascaramiento de Junta	M	3	10.00	4.00																					
			Tota VD =		56.13																					
Número de Deducidos > 2q =		6																								
Mayor Valor Deducido Individual (HDVi) =		21																								
N° Máximo Admisible de Valores Deducidos (mi) =		8.26																								
$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi)$																										
CÁLCULO DEL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)																										
N°	Valores deducidos							TOTAL	q	CDV																
1	21	15	10	4	3	2.73		55.73	6	27.00																
2	21	15	10	4	3	2		55	5	30.00																
3	21	15	10	4	2	2		54	4	31.50																
4	21	15	10	2	2	2		52	3	33.00																
5	21	15	2	2	2	2		44	2	35.00																
6	21	2	2	2	2	2		31	1	31.00																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  <p style="text-align: center;">Vista de la Unidad de Muestra UM - 014</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Rangos de Clasificación del PCI</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">RANGO</th> <th style="text-align: left;">CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100-85</td><td>Excelente</td></tr> <tr><td>85-70</td><td>Muy Bueno</td></tr> <tr><td>70-55</td><td>Bueno</td></tr> <tr><td>55-40</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>40-25</td><td>Malo</td></tr> <tr><td>25-10</td><td>Muy Malo</td></tr> <tr><td>10-0</td><td>Fallado</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">MÁXIMO CVD = 35.00</p> <p style="text-align: center;">PCI = 100 - MAX. CVD = 65.00</p> <p style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN = BUENO</p> </div> </div>											RANGO	CLASIFICACIÓN	100-85	Excelente	85-70	Muy Bueno	70-55	Bueno	55-40	Regular	40-25	Malo	25-10	Muy Malo	10-0	Fallado
RANGO	CLASIFICACIÓN																									
100-85	Excelente																									
85-70	Muy Bueno																									
70-55	Bueno																									
55-40	Regular																									
40-25	Malo																									
25-10	Muy Malo																									
10-0	Fallado																									

Fuente: Elaboración propia

4.20 Tipos de fallas con mayor incidencia presentes en el Jr. Huánuco

Las fallas con mayor incidencia encontradas en el jirón Huánuco se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 56: Incidencia de fallas por unidad de muestreo UM-01 a UM-07

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	UNIDADES DE MUESTRAS							TOTAL
		UM - 01	UM - 02	UM - 03	UM - 04	UM - 05	UM - 06	UM - 07	
21	Blowup / Buckling								0
22	Grieta de Esquina						4		4
23	Losa Dividida	3		6		5	8	6	28
24	Grieta de durabilidad "D"								0
25	Escala								0
26	Sello de Junta								0
27	Desnivel Carril / Berma								0
28	Grietas Lineales		7	5	8	9	5		34
29	Parqueo Grande	19	13	14	19	21	26	17	129
30	Parqueo Pequeño	8	4		4	5		8	29
31	Pulimento de Agregados								0
32	Popouts								0
33	Bombeo								0
34	Punzonamiento								0
35	Cruce de Vía Férrea								0
36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado								0
37	Grietas de Retracción								0
38	Descascaramiento de Esquina				5				5
39	Descascaramiento de Junta		6		7			8	21
									250

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Incidencia de fallas por unidad de muestreo UM-08 a UM-14

CODIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	UNIDADES DE MUESTRAS							TOTAL
		UM - 08	UM - 09	UM - 10	UM - 11	UM - 12	UM - 13	UM - 14	
21	Blowup / Buckling								0
22	Grieta de Esquina			3	2	2			7
23	Losa Dividida	8			7	5	3		23
24	Grieta de durabilidad "D"								0
25	Escala			4					4
26	Sello de Junta								0
27	Desnivel Carril / Berma								0
28	Grietas Lineales	18	6	4	5		9		42
29	Parqueo Grande	24	22	43	27	25	43	20	204
30	Parqueo Pequeño	3	5	5	5	7	10	8	43
31	Pulimento de Agregados								0
32	Popouts								0
33	Bombeo								0
34	Punzonamiento								0
35	Cruce de Vía Férrea								0
36	Desconchamiento, Mapa de Grietas, Craquelado								0
37	Grietas de Retracción								0
38	Descascaramiento de Esquina		4						4
39	Descascaramiento de Junta	5	3					7	15
TOTAL									342

Fuente: Elaboración propia

Las fallas presentes en el jirón Huánuco son: 11 losas con grietas de esquina que representan el 1.86% del total de losas afectadas, 51 losas con falla de losa dividida que representan el 8.61% del total de losas afectadas, 4 losas con falla de escala representando el 0.68% del total de losas afectadas, 76 losas con grietas lineales que representan el 12.84% del total de losas afectadas, 333 losas con parches grandes que representan el 56.25% del total de losas afectadas, siendo estas las fallas con mayor incidencia ya que

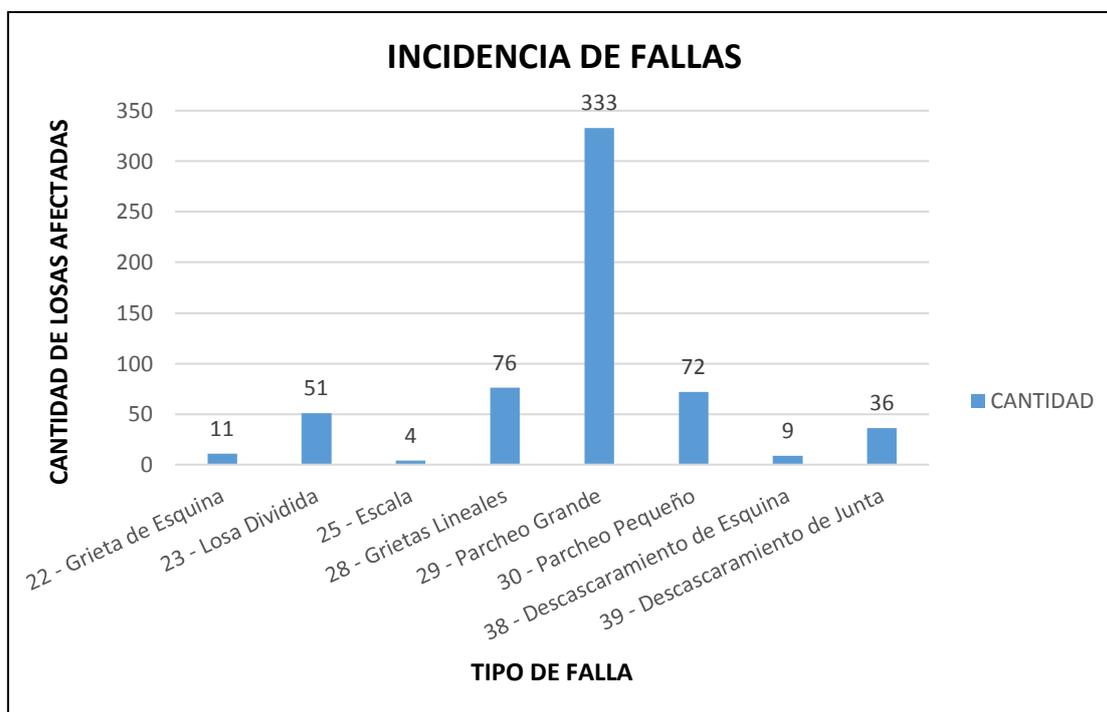
está presente a lo largo de todo el jirón Huánuco en estudio, 72 losas con parches pequeños que representan el 12.16% del total de losas afectadas, 9 losas con descascaramiento de esquinas que representan el 1.52% del total de losas afectadas y por ultimo 36 losas con descascaramiento de juntas que representan el 6.08% del total de losas afectadas.

Tabla 58: *Incidencia de fallas en la calle de estudio*

TIPO DE FALLA	CANTIDAD	% INCIDENCIA
22 - Grieta de Esquina	11	1.86%
23 - Losa Dividida	51	8.61%
25 - Escala	4	0.68%
28 - Grietas Lineales	76	12.84%
29 - Parcheo Grande	333	56.25%
30 - Parcheo Pequeño	72	12.16%
38 - Descascaramiento de Esquina	9	1.52%
39 - Descascaramiento de Junta	36	6.08%
TOTAL	592	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 93: *Incidencia de fallas en la calle de estudio*



Fuente: Elaboración propia

4.21 Resumen de evaluación PCI de las unidades de muestreo.

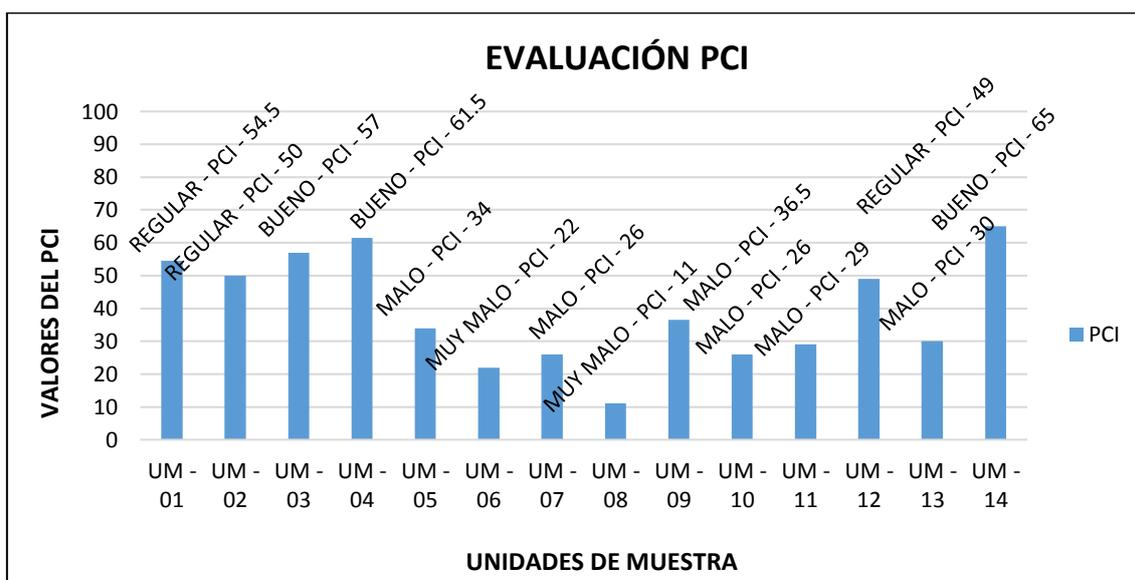
En la siguiente tabla resumiremos el resultado de la evaluación del índice de condición del pavimento (PCI) de las 14 unidades de muestra que conforman la calle en estudio.

Tabla 59: Evaluación PCI de las unidades de muestreo

UNIDADES DE MUESTREO	NOMBRE DE LA VIA	CUADRA	LIMITES ENTRE	PCI	ESTADO
UM - 01	Jr. Huanuco	C - 15	Jr. Belén – Jr. Urrelo	54.5	REGULAR
UM - 02	Jr. Huanuco	C - 14	Jr. Bellavista – Jr. Belén	50	REGULAR
UM - 03	Jr. Huanuco	C - 13	Jr. Dos de Mayo – Jr. Bellavista	57	BUENO
UM - 04	Jr. Huanuco	C - 12	Jr. San Martín – Jr. Dos de Mayo	61.5	BUENO
UM - 05	Jr. Huanuco	C - 11	Jr. Cruz de Piedra – Jr. San Martín	34	MALO
UM - 06	Jr. Huanuco	C - 10	Jr. Atahualpa – Jr. Cruz de Piedra	22	MUY MALO
UM - 07	Jr. Huanuco	C - 9	Jr. Apurímac – Jr. Atahualpa	26	MALO
UM - 08	Jr. Huanuco	C - 8	Jr. La Mar – Jr. Apurímac	11	MUY MALO
UM - 09	Jr. Huanuco	C - 7	Jr. Tarapacá – Jr. La Mar	36.5	MALO
UM - 10	Jr. Huanuco	C - 6	Jr. Pisagua – Jr. Tarapacá	26	MALO
UM - 11	Jr. Huanuco	C - 5	Jr. José Gálvez – Jr. Pisagua	29	MALO
UM - 12	Jr. Huanuco	C - 4	Jr. Juan Villanueva – Jr. José Gálvez	49	REGULAR
UM - 13	Jr. Huanuco	C - 3	Jr. Horacio Urteaga – Jr. Juan Villanueva	30	MALO
UM - 14	Jr. Huanuco	C - 2	Jr. Ucayali - Jr. Horacio Urteaga	65	BUENO
TOTAL				39.39	

Fuente: Elaboración propia

Figura 94: Evaluación PCI de las unidades de muestreo



Fuente: Elaboración propia

4.22 Resumen de la condición del pavimento rígido del jr. Huánuco

En la siguiente tabla mostraremos el resumen de la condición del pavimento rígido del jirón Huánuco en el cual se determinó como la condición más predominante el estado MALO con 6 unidades de muestreo que representan el 42.86% con un PCI promedio de 30.25, seguido tenemos el estado REGULAR con 3 unidades de muestreo que representan el 21.43% con un PCI promedio de 51.17, luego tenemos el estado BUENO con 3 unidades de muestreo que representan el 21.43% con un PCI promedio de 61.17,

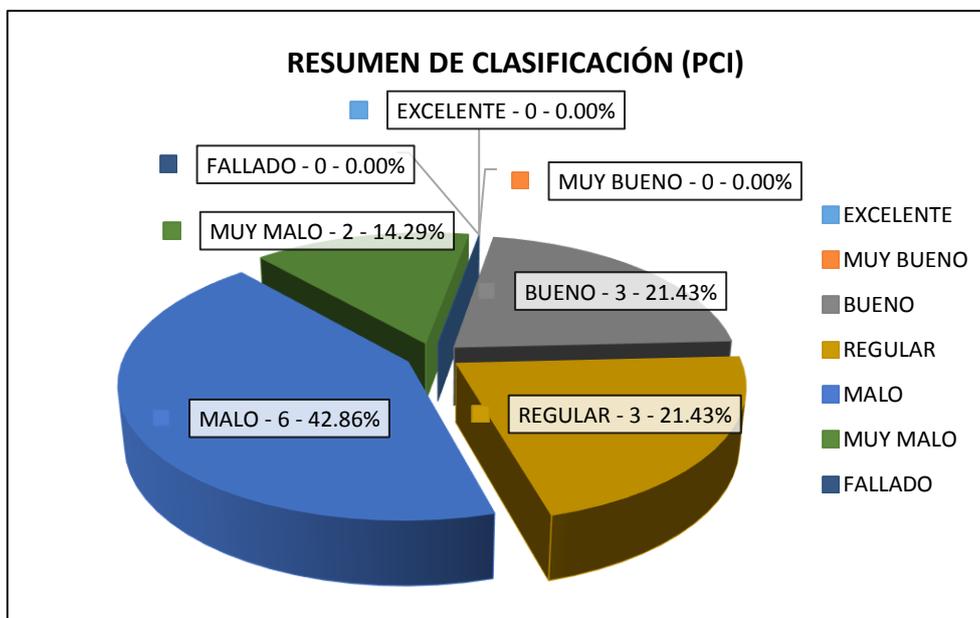
finalmente tenemos el estado MUY MALO con 2 unidades de muestreo que representan el 14.29% del total de unidades de muestreo con un PCI promedio de 16.5.

Tabla 60: Estado de condición del pavimento del Jr. Huánuco

ESTADO	N° - UNIDADES DE MUESTREO	% INCID.	PCI PROM
EXCELENTE	-	-	-
MUY BUENO	-	-	-
BUENO	3	21.43	61.17
REGULAR	3	21.43	51.17
MALO	6	42.86	30.25
MUY MALO	2	14.29	16.50
FALLADO	-	-	-
PCI Promedio Total =			39.77

Fuente: Elaboración propia

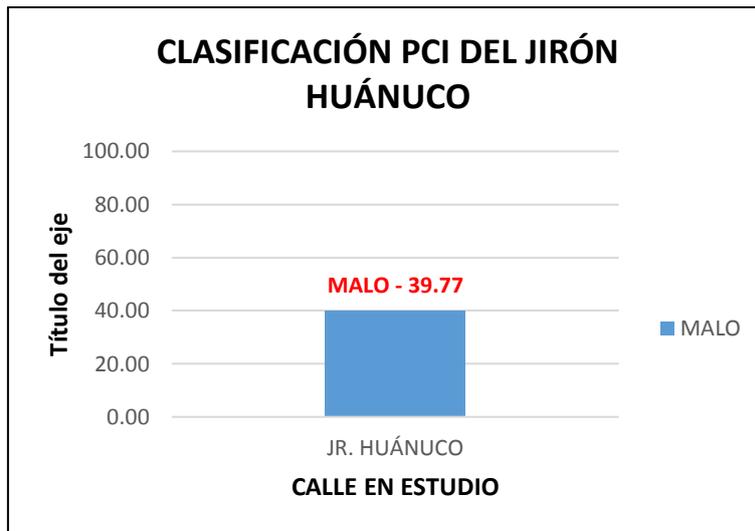
Figura 95: Clasificación PCI del Jr. Huánuco



Fuente: Elaboración propia

Para un PCI PROMEDIO TOTAL = 39.77, se encuentra dentro del rango [40 - 25]. Por lo que se clasifica al jirón Huánuco como un estado de conservación del pavimento **MALO**.

Figura 96: Clasificación PCI del jirón Huánuco



Fuente: Elaboración propia

4.23 Contrastación de Hipotesis

Teniendo los resultados obtenidos en la presente investigación, al evaluar el estado de conservación actual del pavimento rígido del Jr. Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali según el método del índice de condición del pavimento (PCI), en la cual se han evaluado 14 unidades de muestreo dando como resultado un PCI promedio total = 39.77 que se encuentra del rango [40 - 25] clasificando de esta manera que el jirón Huánuco se encuentra en un estado de conservación MALO.

Contrastando con la hipótesis planteada resulta ser afirmativa por lo cual **SE ACEPTA Y VALIDA LA HIPOTESIS PLANTEADA INICIALMETE.**

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evaluó el estado de conservación actual del pavimento rígido del Jr. Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali según el método del índice de condición del pavimento (PCI), dio como resultado un PCI promedio total = 39.77 que se encuentra dentro del rango [40 - 25] clasificando de esta manera que el jirón Huánuco se encuentra en un estado de conservación MALO
- Se identificaron y clasificaron los tipos de fallas de acuerdo al manual PCI obteniendo como resultado: 11 losas con grietas de esquina que representan el 1.86% del total de losas afectadas, 51 losas con falla de losa dividida que representan el 8.61% del total de losas afectadas, 4 losas con falla de escala representando el 0.68% del total de losas afectadas, 76 losas con grietas lineales que representan el 12.84% del total de losas afectadas, 333 losas con parches grandes que representan el 56.25% del total de losas afectadas, 72 losas con parches pequeños que representan el 12.16% del total de losas afectadas, 9 losas con descascaramiento de esquinas que representan el 1.52% del total de losas afectadas y por ultimo 36 losas con descascaramiento de juntas que representan el 6.08% del total de losas afectadas.
- Al evaluar el grado de deterioro y la severidad de los daños del pavimento rígido podemos concluir que el 14.29% se encuentra en muy mal estado, el 42.86% en estado malo, el 21.43% en estado regular y el 21.43% en estado bueno.
- Como alternativas de solución a los problemas de fallas que se presentan tenemos:

- **TIPO DE FALLA LOSA DIVIDIDA**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución: Se plantearía el cambio de losa de concreto, debido que este tipo de falla destruye o divide a la losa por completo dejando ser poco transitable. También se plantearía hacer un cambio con Parches grandes o pequeños según la severidad del daño.

- **TIPO DE FALLA GRIETAS LINEALES**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : se plantea hacer el sellado de grietas con un material adecuado, para evitar mayores daños a futuro o hacer un recapeo con asfalto en caliente.

- **TIPO DE FALLA PARCHEO (GRANDE)**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : Se plantea el cambio de parche mejorando los materiales y la compactación con un material adecuado, o en todo caso cambiar completamente el paño o losa.

- **TIPO DE FALLA GRIETAS DE ESQUINA**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : Se plantea hacer el sellado de grietas con un material adecuado, hacer un recapeo con asfalto en caliente.

- **TIPO DE FALLA SELLO DE JUNTA**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : Se plantea hacer el Resellado de juntas retirando todo el material antiguo y reemplazándolo con un material adecuado.

- **TIPO DE FALLA PARCHEO (PEQUEÑO)**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : Se plantea hacer el cambio de parche en la losa de concreto.

- **TIPO DE FALLA DESCASCAMIENTO DE JUNTA**

Severidad : Media – Alta

Alternativa de solución : Se plantea hacer el cambio con un parche en la losa de concreto.

- Se realizó el levantamiento topográfico del jirón Huánuco entre los jirones Urrelo y Ucayali, sobre una base gráfica de sectorización de Cajamarca, indicando los planos que se muestran en los anexos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para mejorar el estado actual del pavimento rígido del jirón Huánuco se recomienda la reconstrucción de la calle en estudio ya que es necesario que vuelva a tener las condiciones óptimas de transitabilidad vehicular ya que en el estudio de tráfico se encontró un IMDS de 2879 vehículos / día el cual indica que es una calle de mucha demanda vehicular. Ya que anteriormente era un jirón donde pasaban líneas de transporte público que iban a jr. La paz, el penal, entre otros y se puede dar el caso que nuevamente se retome este acceso para el transporte público.

- Al obtener un estado de condición del pavimento malo se recomienda hacer un recapeo con mezcla asfáltica en caliente para prolongar su vida útil.

- La solución a los daños con menor severidad se recomienda hacer el sellado de grietas, en losa dividida se debería retirar el pavimento fallado y realizar parcheo, en las fisuras se debería hacer un sellado superficial además se plantearía hacer mantenimiento con una capa de riego asfáltico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Amaya Camargo, AF. y Rojas Guavita, EE. 2017. Análisis Comparativo entre Metodologías Vizir Y PCI para la Auscultación Visual de Pavimentos Flexibles en la Ciudad De Bogotá. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Bogotá, Colombia, Universidad Santo Tomas. 158 p.
- Camposano Olivera, JE. y García Cárdenas, KV. 2012. Diagnóstico del Estado Situacional de la vía: Av. Argentina – Av. 24 de Junio por el Método: Índice de Condición de Pavimentos-2012. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Huancayo, Perú, Universidad Peruana los Andes. 121 p.
- Espinoza Ordinola, TE. 2010. Determinación y Evaluación del Nivel de Incidencia de las Patologías del Concreto en los Pavimentos Rígidos de la Provincia de Huancabamba, Departamento De Piura. Proyecto de tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Piura, Perú, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. 78 p.
- Diseño de Pavimentos – AASHTO 93
- Fernández Regalado, A. 2018. Evaluación de la Condición de Superficie del Pavimento Rígido de la Calle Villanueva Pinillos de la Ciudad de Jaén – Cajamarca. Tesis para optar por el título de Ingeniero Civil. Jaén, Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 132 p.
- Flores Escoto, RE. 2008. Desarrollo de un Sistema de Gestión de Pavimentos para el Municipio de Santa Tecla. Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de: Ingeniero Civil. San Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, 256 p.
- INVIAS, 2008. República de Colombia: Ministerio de Transportes: Instituto Nacional de Vías: Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras. 2° Ed. Bogotá, Colombia. 509 p.
- León Rodríguez, C. 2014. Análisis del Estado de Conservación del Pavimento Flexible del Jr. Chanchamayo desde la Cuadra 9 a la 14. por el Método: Índice de Condición de Pavimentos. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 150 p.
- Montejo Fonseca, A. 2002. Ingeniería de Pavimentos para Carreteras. 2° Ed. Bogotá, Colombia, Ágora Editores. 378 p. ISBN: 958-96036-2-9

- Morales Olivares, JP. 2005. Técnicas de Rehabilitación de Pavimentos de Concreto Utilizando Sobrecapas de Refuerzo. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Piura, Perú, Universidad de Piura. 167 p.
- Puga Álvarez, CN. 2018. Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). Trabajo de titulación, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 128p.
- Quinde Saavedra, JA. 2013. Evaluación del Estado Actual del Pavimento Rígido de la Calle Las Begonias de la Urbanización Las Flores de la Ciudad de Jaén. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Jaén, Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 106 p.
- Sánchez Chávez, AE. 2016. Evaluación del Estado de Preservación del Pavimento Flexible de la Calle Rafael Sanzio, Tramo Mercado nta Rosa El Bosque-Avenida Ricardo Palma, Mediante el Método del Índice de Condición del Pavimento PCI, Año 2016. Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Trujillo, Perú, Universidad Privada de Trujillo. 162 p.
- Silva Gonzales, WA. 2018. Evaluación Superficial del Pavimento Rígido en la Calle Prolongación Pedro Cornejo Cuadras N° 01 – 05 del Distrito y Provincia de Jaén – Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Solano Jáuregui, B. 2014. Evaluación del Estado Actual del Pavimento Rígido en el Jirón Junín de la Ciudad de Jaén – Cajamarca. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Jaén, Cajamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 118 p.
- Vásquez Moreno, EY. 2016. Evaluación de la Condición Operacional del Pavimento Rígido, Aplicando El Método del Pavement Condition Index (PCI), en las Pistas del Barrio Yanachaca, Distrito de Caraz, Provincia de Huaylas, Región Ancash, Abril del 2016. Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Civil. Huaylas, Ancash, Perú, Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. 103 p.
- Vásquez Varela, LR. 2002. Pavement Condition Index (PCI): para Pavimentos Asfálticos y de Concreto En Carreteras. Manizales, Colombia. 90 p.

ANEXO A

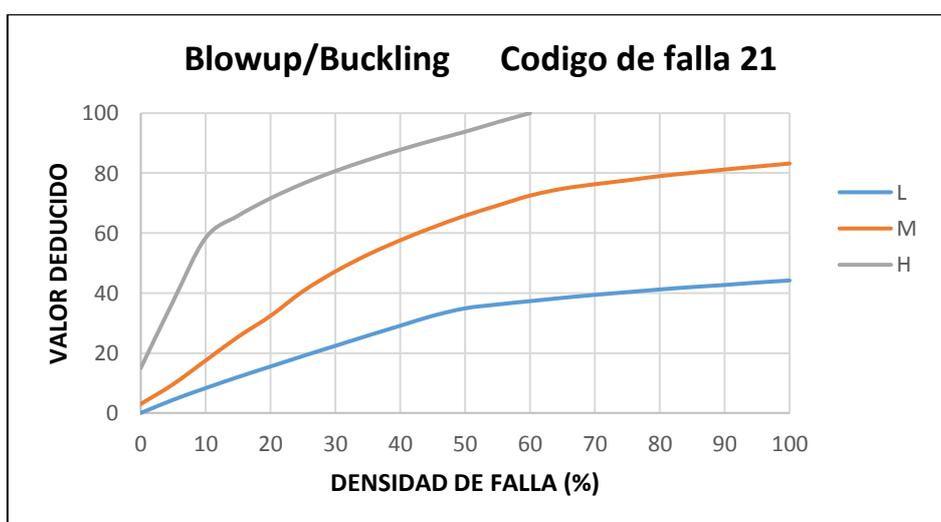
A.1. Tablas y ábacos de valores deducidos para pavimentos de concreto

Tabla 61: Valores deducidos de la falla Blowup/Buckling (21)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	3	15
5	4.4	9.6	37.3
10	8.3	17.5	58.4
15	12	25.4	65.8
20	15.5	32.4	71.6
25	19	40.6	76.5
30	22.4	47.2	80.7
35	25.8	52.8	84.4
40	29.1	57.6	87.8
45	32.4	61.9	90.9
50	34.9	65.8	93.8
55	36.2	69.2	97
60	37.3	72.5	100
65	38.4	74.8	
70	39.4	76.3	
75	40.3	77.6	
80	41.2	79	
85	42	80.1	
90	42.7	81.2	
95	43.5	82.2	
100	44.2	83.2	

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 97: Valores deducidos de la falla Blowup/Buckling (21)



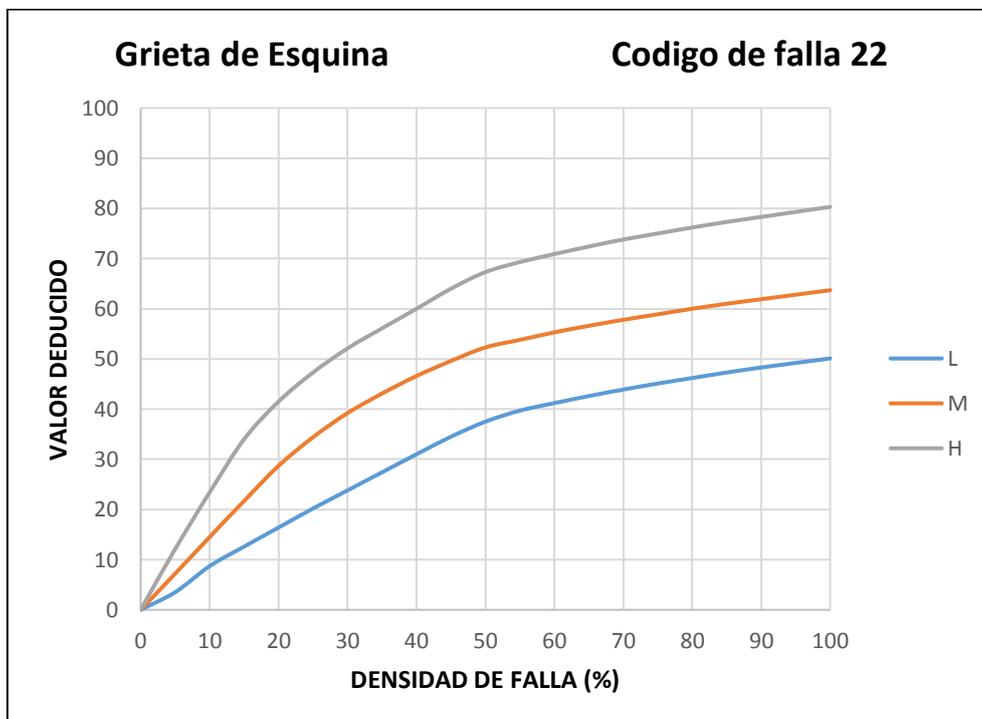
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 62: Valores deducidos de la falla Grieta de Esquina (22)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 98: Valores deducidos de la falla Grieta de Esquina (22)



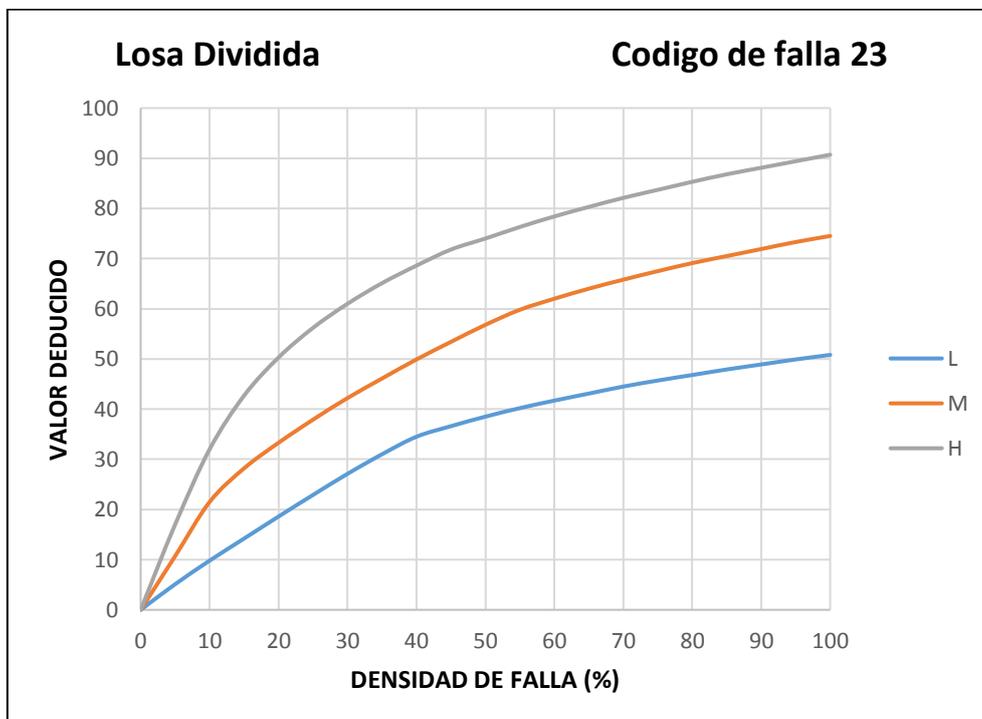
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 63: Valores deducidos de la falla Losa Dividida (23)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 99: Valores deducidos de la falla Losa Dividida (23)



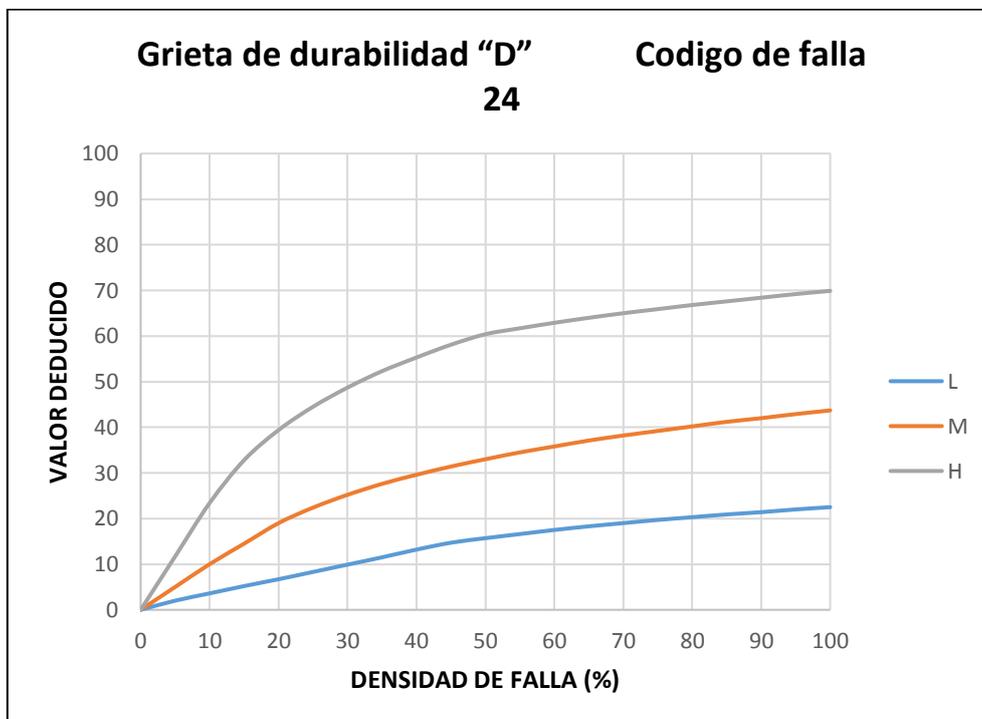
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 64: Valores deducidos de la falla Grieta de durabilidad "D" (24)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	2	5	11.7
10	3.6	10	23.4
15	5.2	14.5	32.8
20	6.7	19	39.4
25	8.3	22.4	44.5
30	9.9	25.2	48.7
35	11.5	27.6	52.3
40	13.2	29.6	55.3
45	14.7	31.4	58.1
50	15.7	33	60.4
55	16.6	34.5	61.7
60	17.5	35.8	62.9
65	18.3	37.1	64
70	19	38.2	65
75	19.7	39.2	65.9
80	20.3	40.2	66.8
85	20.9	41.2	67.6
90	21.4	42	68.4
95	22	42.9	69.2
100	22.5	43.7	69.9

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 100: Valores deducidos de la falla Grieta de durabilidad "D" (24)



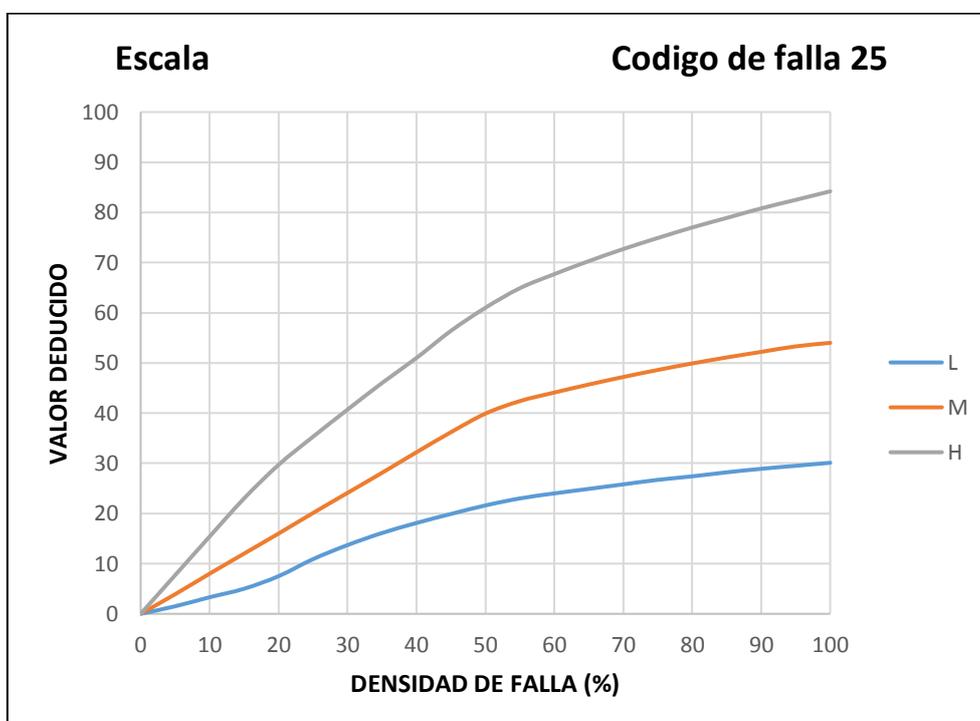
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 65: Valores deducidos de la falla Escala (25)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 101: Valores deducidos de la falla Escala (25)



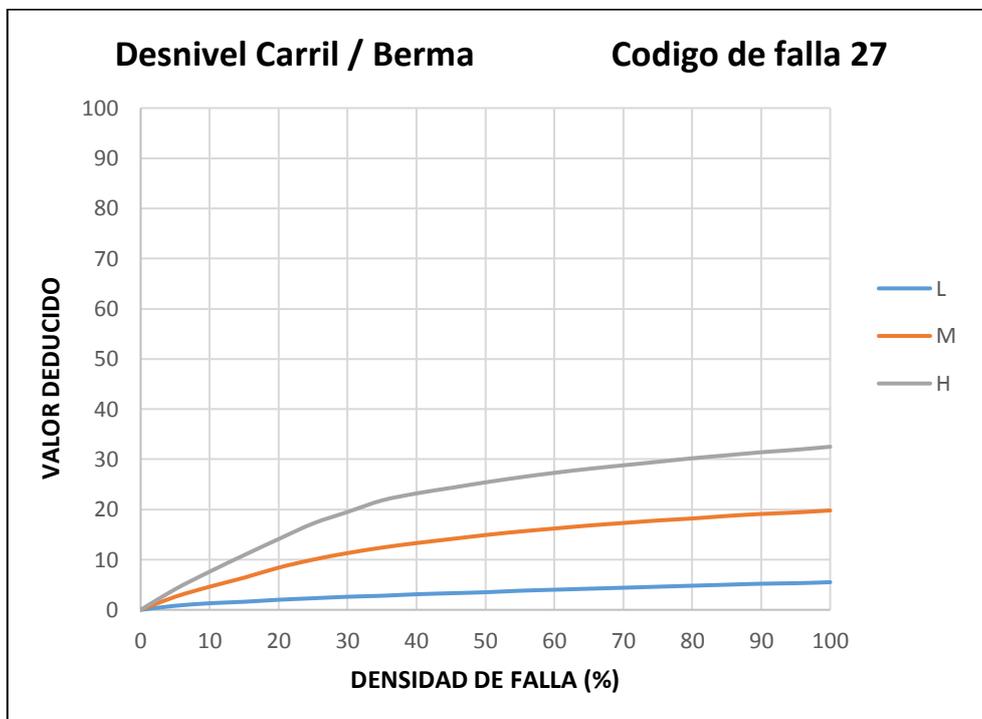
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 66: Valores deducidos de la falla Desnivel Carril / Berma (27)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 102: Valores deducidos de la falla Desnivel Carril / Berma (27)



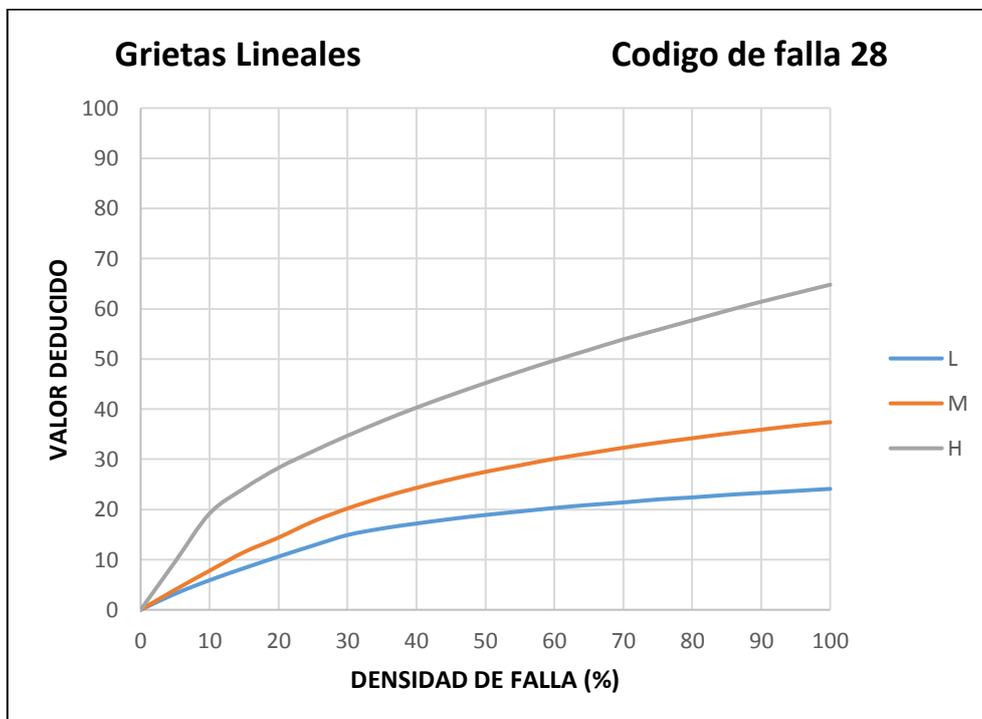
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 67: Valores deducidos de la falla Grietas Lineales (28)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	3.2	4	9.6
10	5.9	7.8	19.2
15	8.3	11.5	24.2
20	10.6	14.4	28.3
25	12.8	17.6	31.6
30	14.9	20.2	34.7
35	16.2	22.4	37.6
40	17.2	24.3	40.3
45	18.1	26	42.8
50	18.9	27.5	45.2
55	19.6	28.8	47.5
60	20.3	30.1	49.7
65	20.9	31.2	51.8
70	21.4	32.3	53.9
75	22	33.3	55.8
80	22.4	34.2	57.7
85	22.9	35.1	59.6
90	23.3	35.9	61.4
95	23.7	36.7	63.1
100	24.1	37.4	64.8

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 103: Valores deducidos de la falla Grietas Lineales (28)



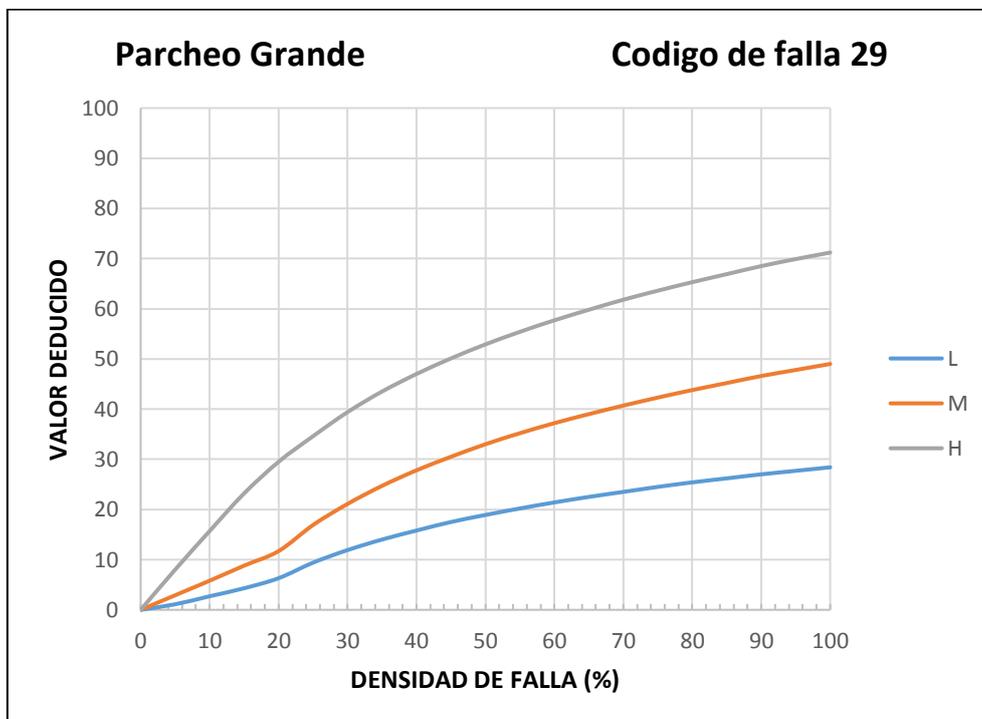
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 68: Valores deducidos de la falla Parcheo Grande (29)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 104: Valores deducidos de la falla Parcheo Grande (29)



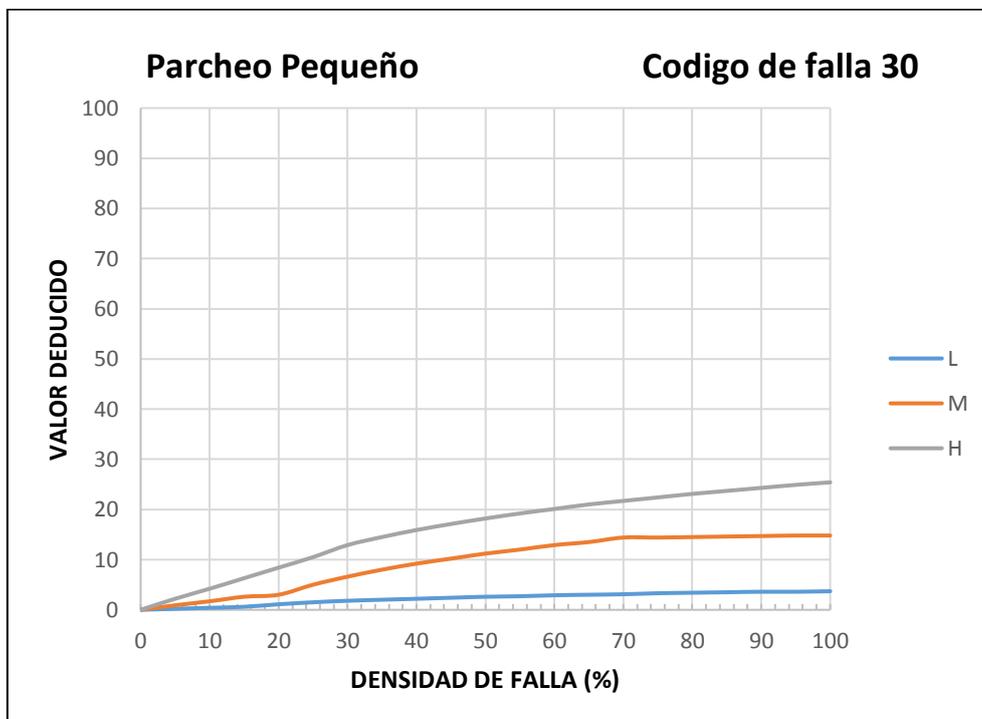
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 69: Valores deducidos de la falla Parcheo Pequeño (30)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	0.2	0.9	2.2
10	0.4	1.7	4.2
15	0.6	2.6	6.3
20	1.1	3	8.4
25	1.5	5	10.5
30	1.8	6.6	12.9
35	2	8	14.5
40	2.2	9.2	15.9
45	2.4	10.2	17.1
50	2.6	11.2	18.2
55	2.7	12	19.2
60	2.9	12.9	20.1
65	3	13.5	21
70	3.1	14.4	21.7
75	3.3	14.4	22.4
80	3.4	14.5	23.1
85	3.5	14.6	23.7
90	3.6	14.7	24.3
95	3.6	14.8	24.9
100	3.7	14.8	25.4

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 105: Valores deducidos de la falla Parcheo Pequeño (30)



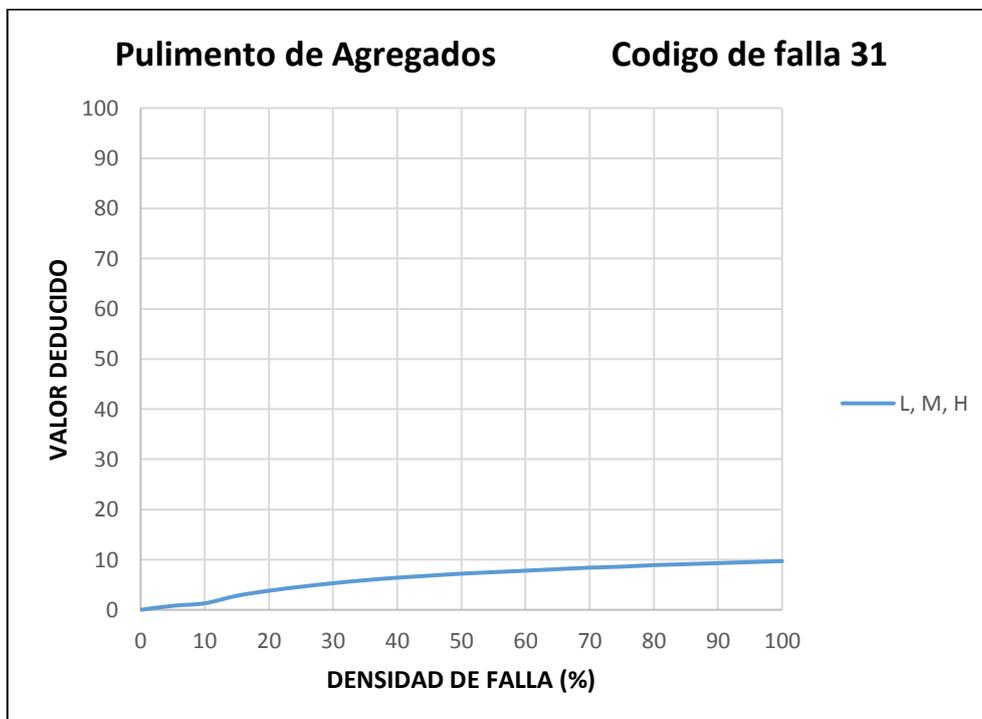
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 70: Valores deducidos de la falla Pulimento de Agregados (31)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 106: Valores deducidos de la falla Pulimento de Agregados (31)



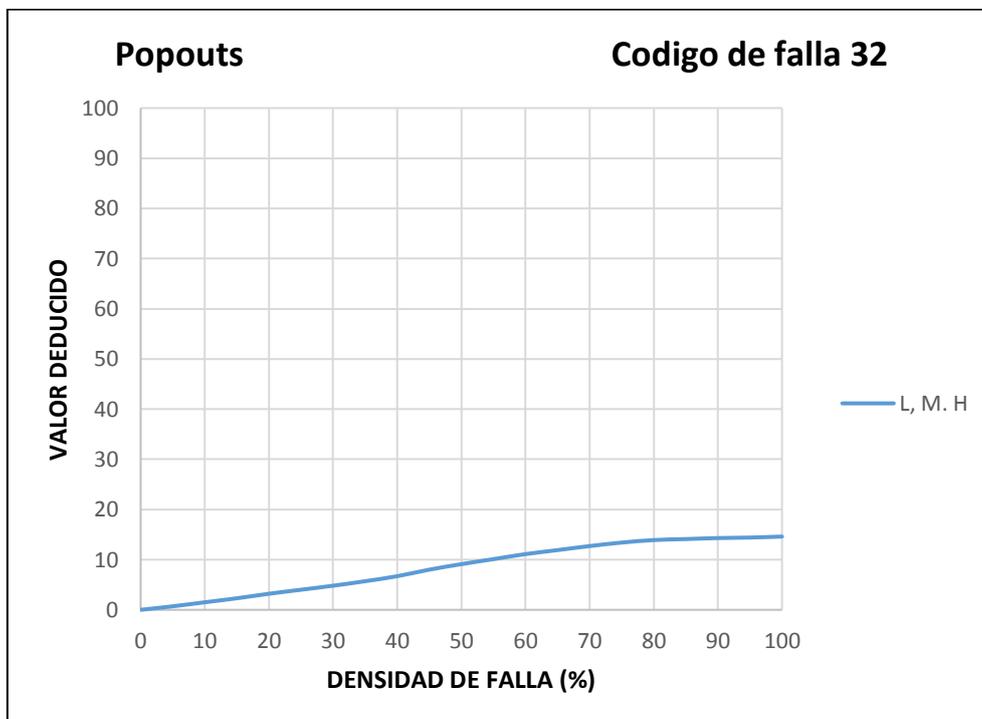
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 71: *Valores deducidos de la falla Popouts (32)*

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 107: *Valores deducidos de la falla Popouts (32)*



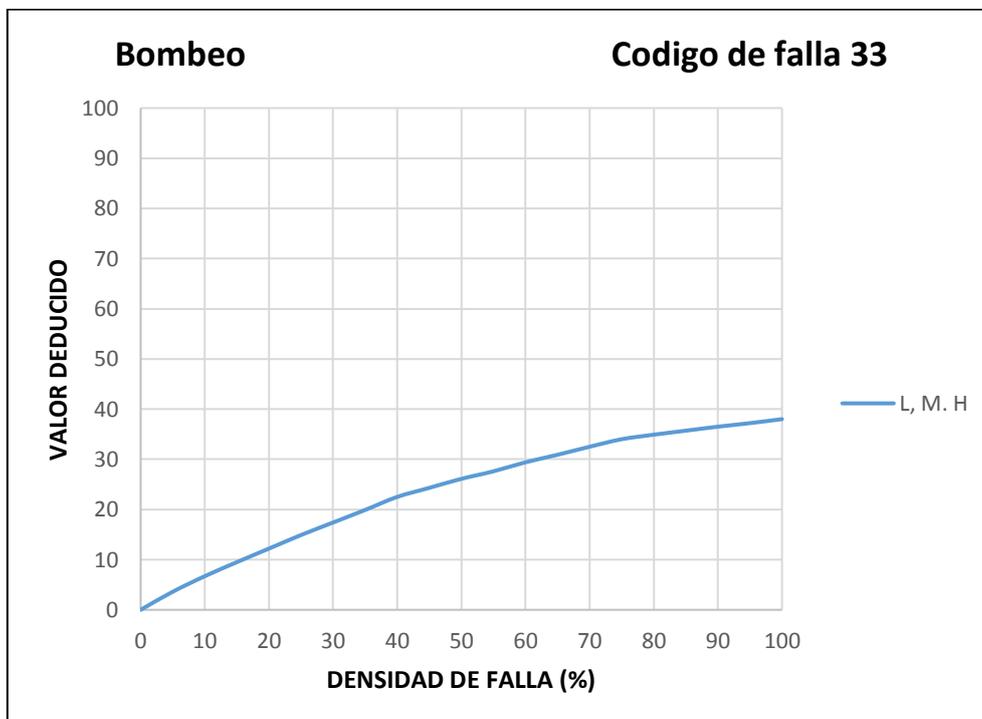
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 72: *Valores deducidos de la falla Bombeo (33)*

Densidad	Valor Deducido
	L, M. H
0	0
5	3.6
10	6.7
15	9.5
20	12.2
25	14.9
30	17.4
35	19.9
40	22.5
45	24.3
50	26.1
55	27.6
60	29.4
65	30.9
70	32.5
75	34
80	34.9
85	35.7
90	36.5
95	37.2
100	38

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 108: *Valores deducidos de la falla Bombeo (33)*



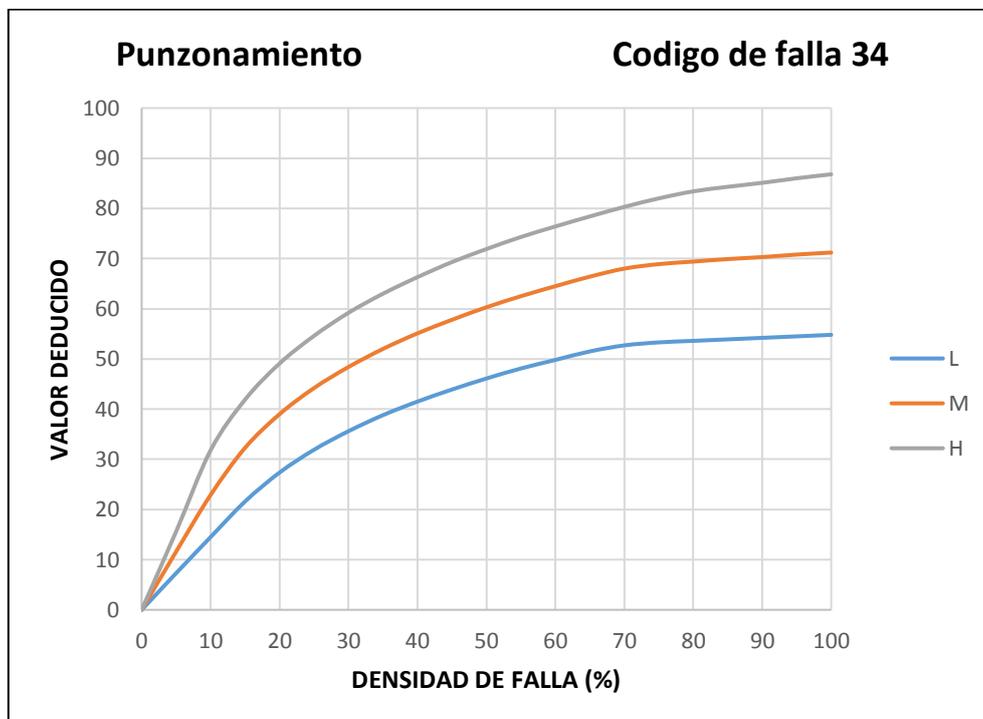
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 73: Valores deducidos de la falla Punzonamiento (34)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	7.3	11.6	15.6
10	14.5	22.9	31.8
15	21.6	32.3	41.9
20	27.36	39	49.1
25	31.9	44.2	54.6
30	35.6	48.4	59.2
35	38.8	52	63
40	41.5	55.1	66.3
45	43.9	57.8	69.3
50	46.1	60.3	71.9
55	48.1	62.5	74.3
60	49.8	64.5	76.4
65	51.5	66.4	78.4
70	52.7	68	80.3
75	53.3	68.9	82
80	53.6	69.4	83.4
85	53.9	69.9	84.3
90	54.2	70.3	85.1
95	54.5	70.8	86
100	54.8	71.2	86.8

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 109: Valores deducidos de la falla Punzonamiento (34)



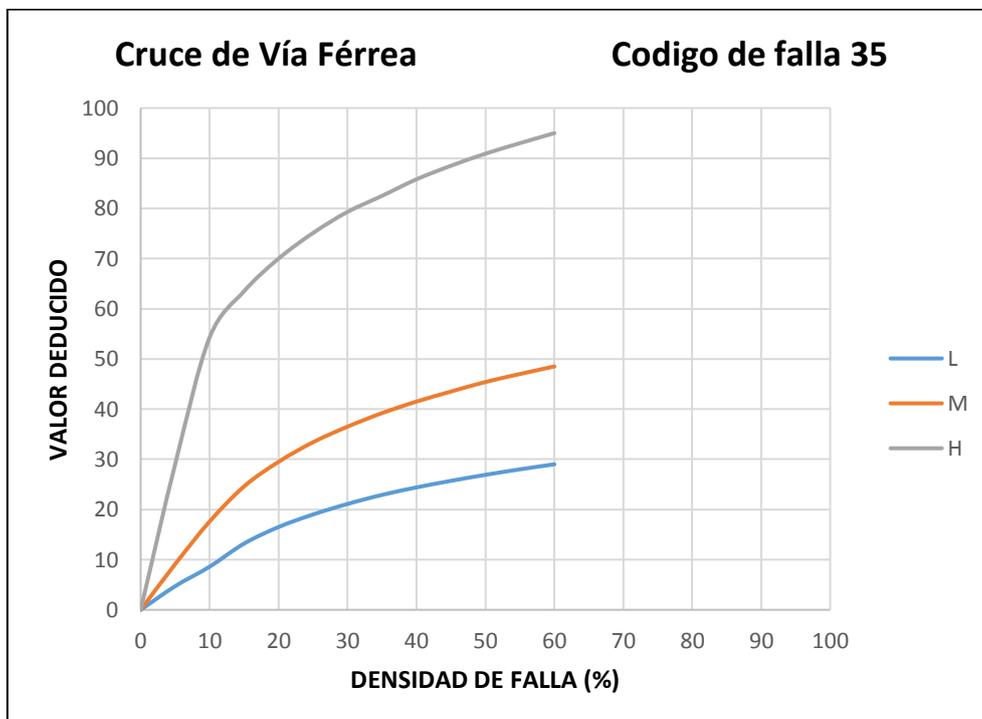
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 74: Valores deducidos de la falla Cruce de Vía Férrea (35)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	4.7	9.1	29
10	8.6	17.6	54.3
15	13.2	24.6	63.5
20	16.5	29.5	70
25	19	33.4	75.1
30	21.1	36.5	79.3
35	22.9	39.2	82.5
40	24.4	41.5	85.8
45	25.7	43.5	88.5
50	26.9	45.4	90.9
55	28	47	93
60	29	48.5	95
65			
70			
75			
80			
85			
90			
95			
100			

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 110: Valores deducidos de la falla Cruce de Vía Férrea (35)



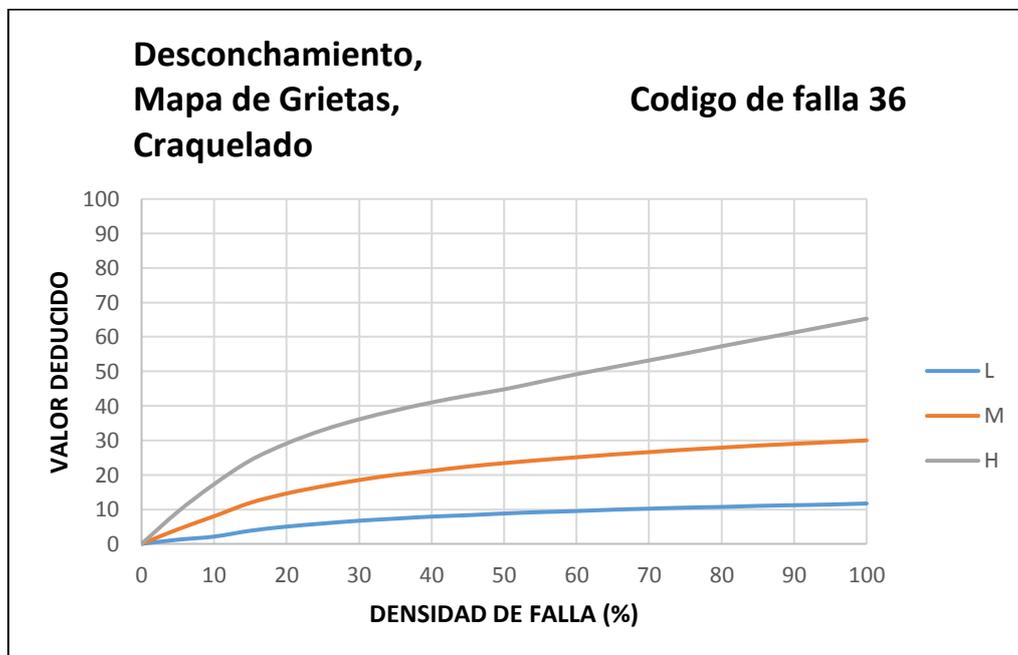
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 75: Valores deducidos de la falla Desconchamiento (36)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	1.2	4.2	9.3
10	2.1	8	17.3
15	3.8	11.9	24.2
20	5	14.6	29.1
25	5.9	16.7	33
30	6.7	18.5	36.1
35	7.3	20	38.7
40	7.9	21.2	41
45	8.3	22.4	43
50	8.8	23.4	44.8
55	9.2	24.3	47
60	9.5	25.1	49.2
65	9.9	25.9	51.2
70	10.2	26.6	53.2
75	10.5	27.3	55.2
80	10.7	27.9	57.3
85	11	28.5	59.3
90	11.2	29	61.3
95	11.4	29.5	63.3
100	11.7	30	65.3

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 111: Valores deducidos de la falla Desconchamiento (36)



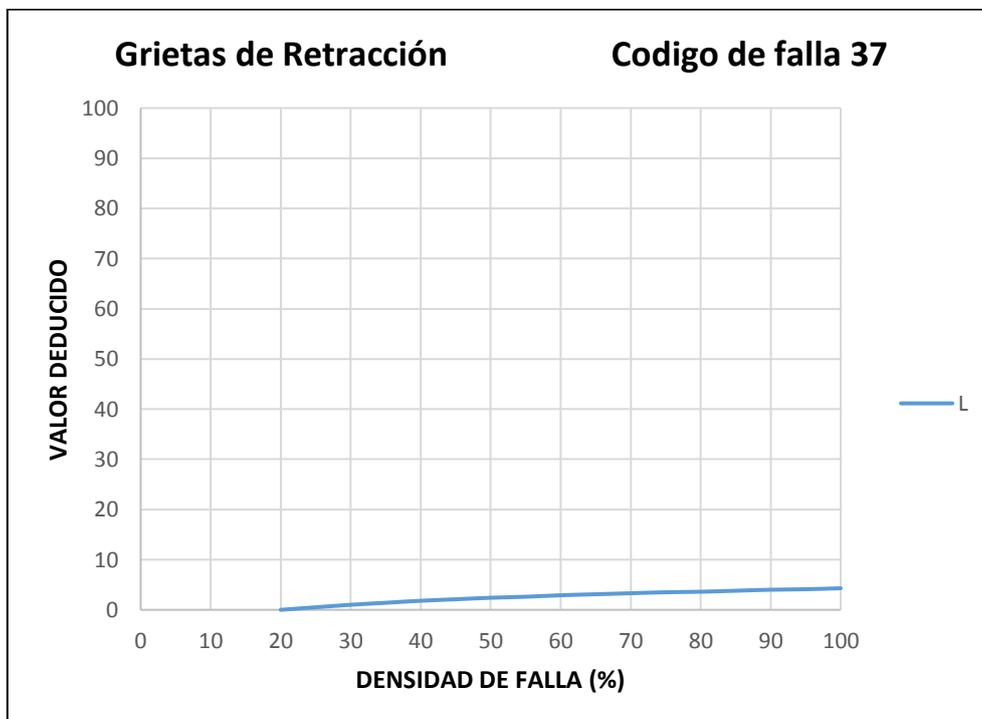
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 76: Valores deducidos de la falla Grietas de Retracción (37)

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

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 112: Valores deducidos de la falla Grietas de Retracción (37)



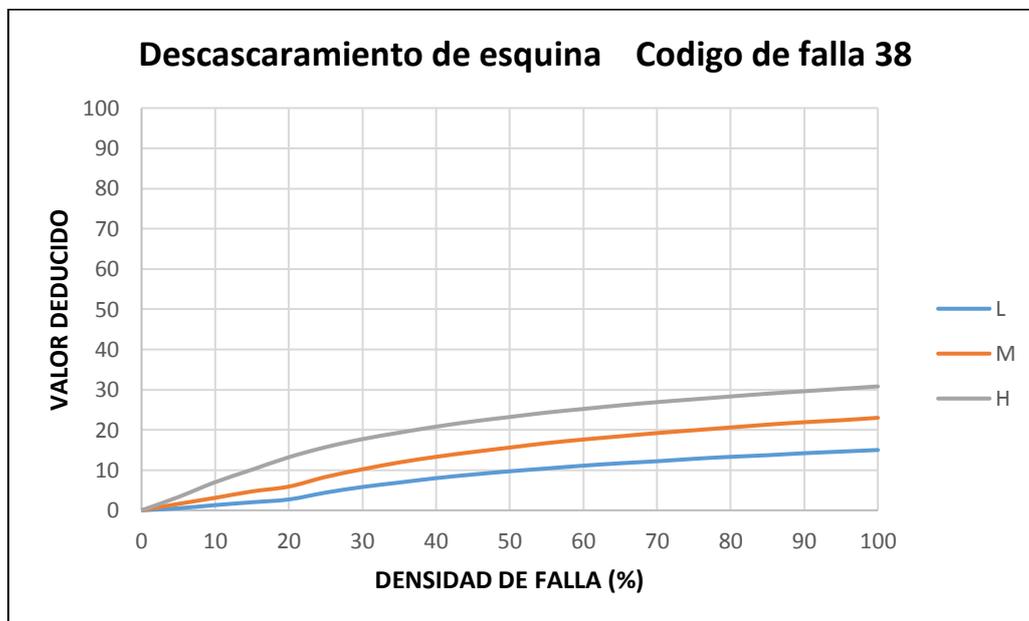
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 77: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de esquina (38)

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	0.5	1.6	3.3
10	1.3	3.1	7
15	2	4.7	10.1
20	2.7	5.9	13.2
25	4.4	8.3	15.7
30	5.8	10.2	17.7
35	6.9	11.9	19.3
40	8	13.3	20.8
45	8.9	14.5	22.1
50	9.7	15.6	23.2
55	10.4	16.7	24.3
60	11.1	17.6	25.2
65	11.7	18.4	26.1
70	12.2	19.2	26.9
75	12.8	19.9	27.6
80	13.3	20.6	28.3
85	13.7	21.3	29
90	14.2	21.9	29.6
95	14.6	22.4	30.2
100	15	23	30.8

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 113: Valores deducidos de la falla Descascaramiento de esquina (38)



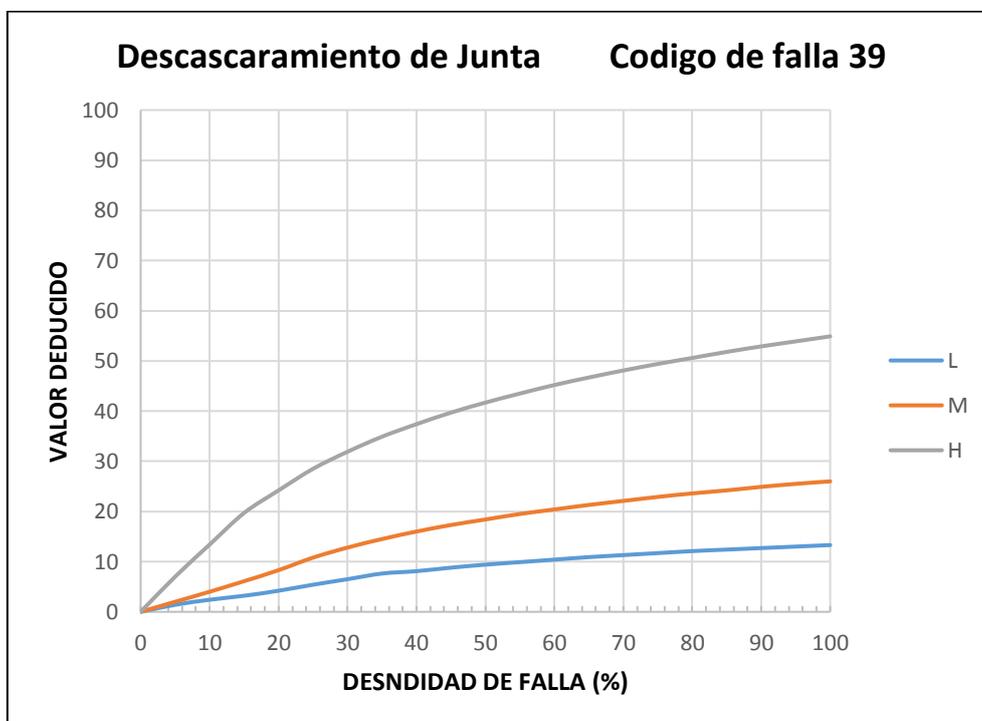
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 78: *Valores deducidos de la falla Descascaramiento de Junta (39)*

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0	0	0	0
5	1.4	2	7
10	2.4	4	13.4
15	3.2	6.1	19.7
20	4.2	8.3	24.2
25	5.4	10.8	28.5
30	6.5	12.8	31.9
35	7.63	14.5	34.9
40	8.1	16	37.4
45	8.8	17.3	39.7
50	9.4	18.4	41.7
55	9.9	19.5	43.5
60	10.4	20.4	45.2
65	10.9	21.3	46.7
70	11.3	22.1	48.1
75	11.7	22.9	49.4
80	12.1	23.6	50.6
85	12.4	24.2	51.8
90	12.7	24.9	52.9
95	13	25.5	53.9
100	13.3	26	54.9

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 114: *Valores deducidos de la falla Descascaramiento de Junta (39)*



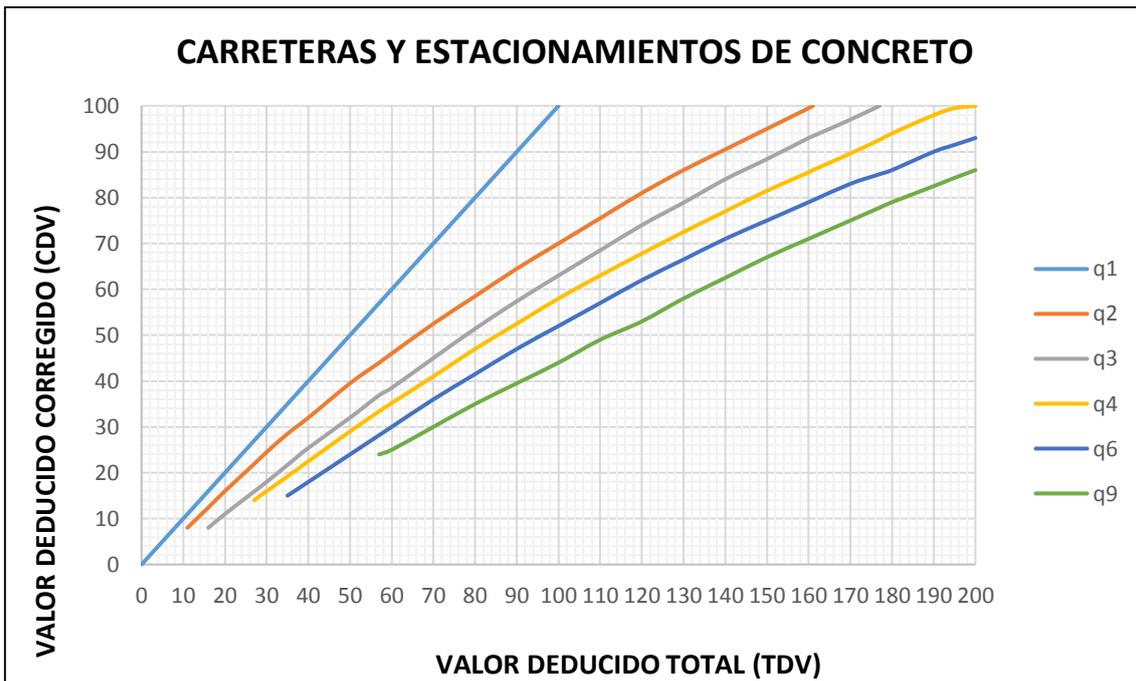
Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

Tabla 79: Valores deducidos totales para determinar el CDV

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0	0					
10	10					
11	11	8				
16	16	12.4	8			
20	20	16	11			
27	27	21.9	15.9	14		
30	30	24.5	18	16		
35	35	28.5	21.7	19.2	15	
40	40	32	25.4	22.5	18	
50	50	39.5	32	29	24	
57	57	44	36.9	33.4	28.2	24
60	60	46	38.5	35.2	30	25
70	70	52.5	45	41	36	30
80	80	58.5	51.4	47	41.5	35
90	90	64.5	57.4	52.5	47	39.5
100	100	70	63	58	52	44
110		75.5	68.5	63	57	49
120		81	74	67.8	62	53
130		86	78.9	72.5	66.5	58
140		90.5	84	77	71	62.5
150		95	88.4	81.5	75	67
160		99.5	93	85.5	79	71
161		100	93.4	86	79.4	71.4
170			97	89.6	83	75
177			100	92.6	85.1	77.8
180				94	86	79
190				98	90	82.5
195				99.5	91.5	84.3
200				100	93	86

Fuente: Tomado de Fernández, 2018

Figura 115: *Determinar el valor deducido corregido CDV*



Fuente: Tomado de Vásquez, 2002

ANEXO B

B.1. Panel fotográfico

UNIDAD DE MUESTRA UM – 01

JR. HUÁNUCO C-15 – ENTRE EL JR. URRELO Y JR. BELÉN



Foto N° 01: Unidad de muestra UM - 01

Foto N° 02: la falla predominante en esta fotografía es losa dividida de severidad media (M), descascaramiento de juntas de esquinas, grietas, fisuras y craquelado.

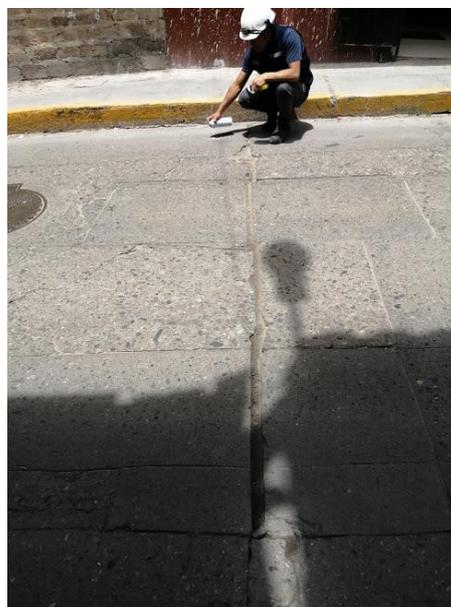


Foto N° 03: Este tramo presenta parcheo grande de severidad leve (L) y media (M), desconchamiento, descascaramiento de junta.

Foto N° 04: se puede apreciar grietas y parcheo pequeño de severidad media (M) debido al elevado volumen de tráfico.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 02

JR. HUÁNUCO C-14 – ENTRE EL JR. BELÉN Y JR. BELLAVISTA



Foto N° 05: Unidad de muestra UM - 02

Foto N° 06: la losa presenta el tipo de falla descascaramiento de junta de severidad media (M)



Foto N° 07: Toma de datos de grietas lineales de severidad alta (H).

Foto N° 08: la falla presente en este tramo es parcheo grande y pequeño de severidad leve (L) y media (M) así como también grietas longitudinales.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 03

JR. HUÁNUCO C-13 – ENTRE EL JR. BELLAVISTA Y JR. DOS DE MAYO



Foto N° 09: Unidad de muestra UM - 03

Foto N° 10: Losa dividida de severidad media (M), también presenta fisuras, grietas, y desconchamiento.

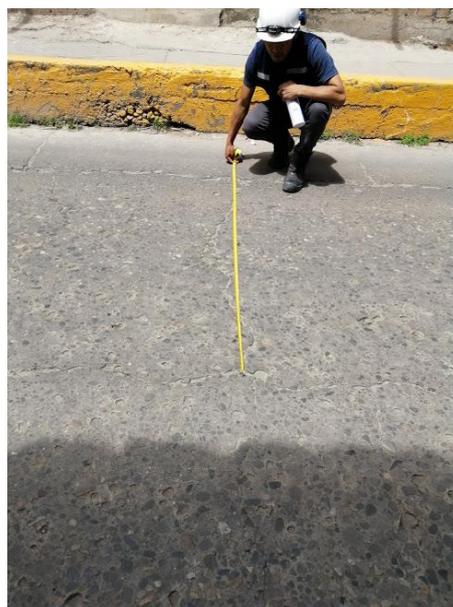


Foto N° 11: Este tramo se ha hecho mantenimiento reciente ya que presenta parcheo grande de severidad leve (L), desconchamiento de juntas y fisuras de severidad leve

Foto N° 12: Esta losa presenta grietas lineales de severidad media (M).

UNIDAD DE MUESTRA UM – 04

JR. HUÁNUCO C-12 – ENTRE EL JR. DOS DE MAYO Y JR. SAN MARTÍN



Foto N° 13: Unidad de muestra UM – 04

Foto N° 14: Las fallas presentes son el parcheo pequeño de severidad leve (L), también grietas, fisuras de baja severidad.



Foto N° 15: Parcheo grande y pequeño de severidad leve (L) y media (M)

Foto N° 16: Descascaramiento de junta de severidad media (M)

UNIDAD DE MUESTRA UM – 05

JR. HUÁNUCO C-11 – ENTRE EL JR. SAN MARTÍN Y JR. CRUZ DE PIEDRA



Foto N° 17: Unidad de muestra UM - 05

Foto N° 18: En este tramo se presenta losa dividida de severidad media (M), así como mapeo de grietas, losa dividida.

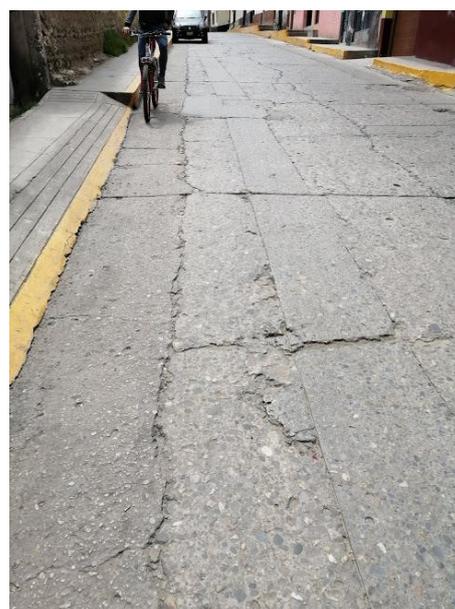


Foto N° 19: Este tramo presenta grietas lineales de severidad alta (H) así como también parcheo grande de baja severidad.

Foto N° 20: Parcheo grande y pequeño de severidad leve (L) y media (M), fallas de tipo desconchamiento de juntas, esto debido al elevado volumen de tráfico y la vida útil del pavimento.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 06

JR. HUÁNUCO C-10 – ENTRE EL JR. CRUZ DE PIEDRA Y JR. ATAHUALPA



Foto N° 21: Unidad de muestra UM - 06

Foto N° 22: la falla presente es losa dividida de severidad alta (H), parcheo grande de severidad media, grietas y fisuras, pulimento de agregados entre otros con baja severidad.



Foto N° 23: Se están tomando medidas de las grietas lineales presentes en el tramo de estudio

Foto N° 24: LA FALLA PREDOMINANTE ES el parcheo grande y pequeño de severidad leve (L) y media (M) así como también otras fallas debido al volumen de tráfico presente

UNIDAD DE MUESTRA UM – 07

JR. HUÁNUCO C-9 – ENTRE EL JR. ATAHUALPA Y JR. APURÍMAC



Foto N° 25: Unidad de muestra UM - 07



Foto N° 26: se puede apreciar la falla Losa dividida de severidad alta (H) causado por el agua y el volumen de tráfico.



Foto N° 27: la falla parcheo grande y pequeño de severidad media (M) y alta (H) están presentes en el tramo, así como losa dividida.



Foto N° 28: Esta presente el tipo de falla descascaramiento de junta de severidad alta (H)

UNIDAD DE MUESTRA UM – 08

JR. HUÁNUCO C-8 – ENTRE EL JR. APURÍMAC Y JR. LA MAR



Foto N° 29: Unidad de muestra UM - 08

Foto N° 30: Como se aprecia en la fotografía las fallas más resaltantes son parcheo grande y pequeño de severidad media (M) y alta (H) así como también están presentes las grietas longitudinales, popouts, descascaramiento de junta.

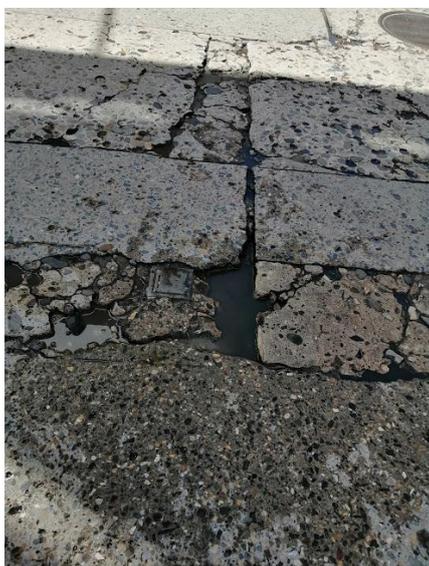


Foto N° 31: Se aprecia descascaramiento de junta de severidad alta (H), así como losa dividida de severidad media.

Foto N° 32: la falla sobresaliente es losa dividida de severidad alta (H), además están presentes fisuras de baja severidad.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 09

JR. HUÁNUCO C-7 – ENTRE EL JR. LA MAR Y JR. TARAPACÁ

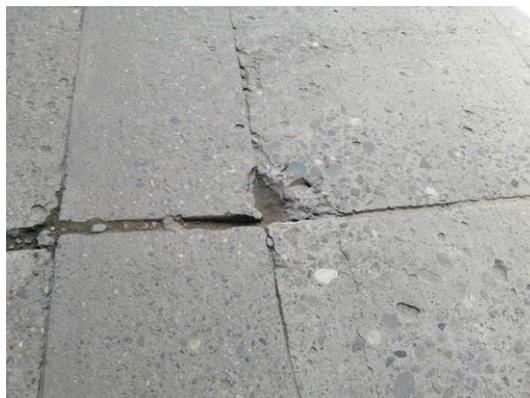


Foto N° 33: Unidad de muestra UM - 09

Foto N° 34: Como se aprecia la falla presente es descascamiento de esquina de severidad alta (H)



Foto N° 35: Toma de datos de grietas lineales de severidad alta (H)

Foto N° 36: La fotografía presenta parcheo grande y pequeño de severidad media (M) y alta (H), además la falla presente es la losa dividida.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 10

JR. HUÁNUCO C-6 – ENTRE EL JR. TARAPACÁ Y JR. PISAGUA



Foto N° 37: Se puede apreciar la falla de parcheo pequeño de severidad leve (L) y media (M)

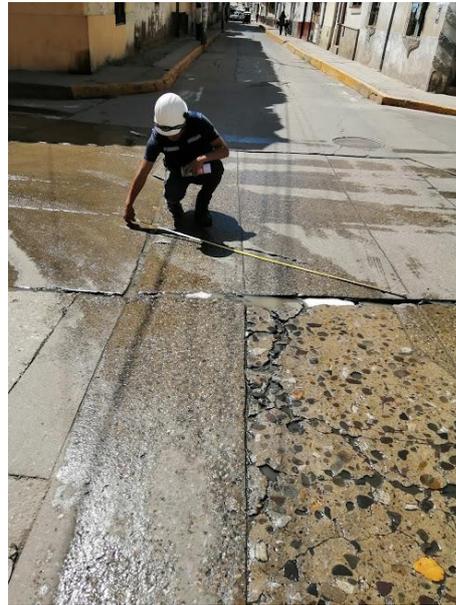


Foto N° 38: la falla presente en este tramo es grieta de esquina de severidad alta (H) como se aprecia en la fotografía.



Foto N° 39: toma de datos de grietas lineales de severidad media (M)

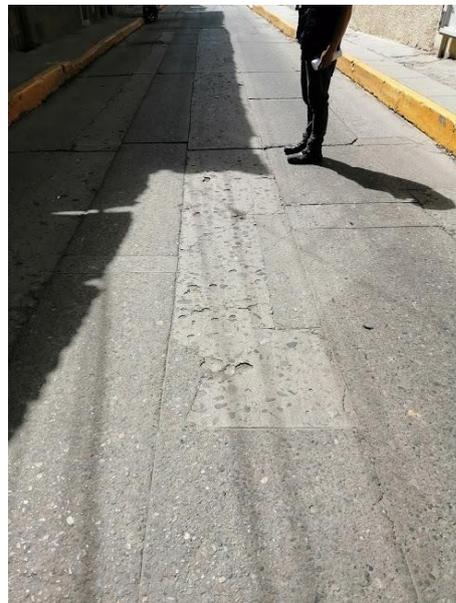


Foto N° 40: Parcheo grande de severidad leve (L) y media (M)

UNIDAD DE MUESTRA UM – 11

JR. HUÁNUCO C-5 – ENTRE EL JR. PISAGUA Y JR. JOSÉ GÁLVEZ



Foto N° 41: Unidad de muestra UM - 11

Foto N° 42: En este tramo predomina el tipo de falla de losa dividida de severidad alta (H) así como también parches grande y pequeños



Foto N° 43: Se están tomando datos de grietas lineales de severidad media (M)

Foto N° 44: El tipo de falla presente es el parcheo grande de severidad leve (L) y media (M)

UNIDAD DE MUESTRA UM – 12

JR. HUÁNUCO C-4 – ENTRE EL JR. JOSÉ GÁLVEZ Y JR. JUAN VILLANUEVA



Foto N° 45: Unidad de muestra UM - 12



Foto N° 46: En la fotografía se aprecia grietas de esquina de severidad media, así como fisuras y grietas de severidad media y leve.



Foto N° 47: la falla que predomina es el parcheo grande de severidad leve (L) y media (M) así como popouts, fisuras, grietas presentes.



Foto N° 48: en este tramo se puede apreciar la falla tipo losa dividida de severidad alta (H)

UNIDAD DE MUESTRA UM – 13

JR. HUÁNUCO C-3 – ENTRE EL JR. JUAN VILLANUEVA Y JR. HORACIO
URTEAGA



Foto N° 49: Unidad de muestra UM - 13



Foto N° 50: En la fotografía se aprecia una grieta longitudinal alta además de las fallas tipo popouts.



Foto N° 51: Se está delimitando el tipo de falla Losa dividida de severidad alta



Foto N° 52: Se puede apreciar varios tipos de fallas como parcheo grande de severidad leve y media, grietas longitudinales, popouts, entre otros.

UNIDAD DE MUESTRA UM – 14

JR. HUÁNUCO C-2 – ENTRE EL JR. JUAN VILLANUEVA Y JR. HORACIO URTEAGA



Foto N° 53: Unidad de muestra UM – 14

Foto N° 54: En la imagen podemos observar un Parcheo grande de severidad leve (L)

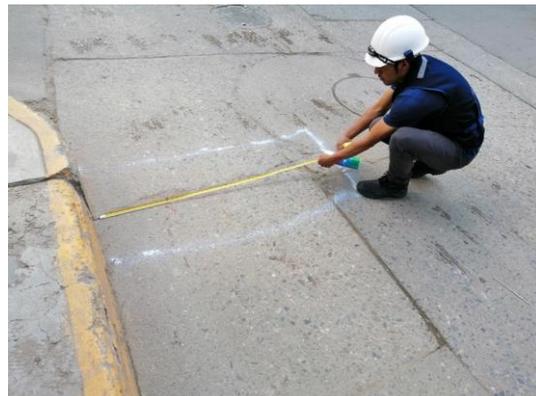


Foto N° 55: En la fotografía podemos observar un parcheo pequeño de severidad media

Foto N° 56: Se está tomando medida de la longitud de las grietas de severidad leve presentes en la losa

CONTEO VEHICULAR



ESTACION DE CONTEO : E1

INTERSECCION : ENTRE EL JR. HUANUCO Y URRELO

DIA : MARTES

HORA : 10 AM



ESTACION DE CONTEO : E2

INTERSECCION : ENTRE EL JR. HUANUCO Y CRUZ DE PIEDRA

DIA : JUEVES

HORA : 11 AM



ESTACION DE CONTEO : E2

INTERSECCION : ENTRE EL JR. HUANUCO Y CRUZ DE PIEDRA

DIA : JUEVES

HORA : 7 PM



ESTACION DE CONTEO : E3

INTERSECCION : ENTRE EL JR. HUANUCO Y JOSÉ GALVEZ

DIA : SABADO

HORA : 7 PM



ESTACION DE CONTEO : E3

INTERSECCION : ENTRE EL JR. HUANUCO Y JOSÉ GALVEZ

DIA : DOMINGO

HORA : 10 AM

ANEXO C

C.1. PLANOS

PLANO DE UBICACIÓN

PLANO TOPOGRÁFICO

PLANO DE UNIDADES DE MUESTREO

PLANO DE DETALLES Y SECCIÓN TÍPICA

PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES

PLANO DE ESTACIONES DE CONTEO VEHICULAR