

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL
PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE
ORELLANA, JAÉN 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. ORTEGA GONZALES FRANK CONRADO

ASESOR:

M. EN T. ING. CUBAS BECERRA ALEJANDRO

CAJAMARCA – PERÚ

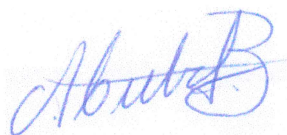
2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: ORTEGA GONZALES FRANK CONRADO
DNI: 74218470
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
2. Asesor: M.T Alejandro Cubas Becerra
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"
"Fecha de evaluación: 11 /12/2024"
6. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
7. Porcentaje de Informe de Similitud:
8. Código Documento: oid:3117:415317281
9. Resultado de la Evaluación de Similitud: 22%
10. :
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 12/12/2024



FIRMA DEL ASESOR

Alejandro Cubas Becerra

DNI: 26623287



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258601 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 12/12/2024 16:33:59-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

COPYRIGHT © 2024 by
Frank Conrado Ortega Gonzales

AGRADECIMIENTO

Manifiesto mi gratitud exclusivamente al todopoderoso, por el inabarcable afecto que prodiga hacia mi persona, por su protección, dirección y dádivas a lo largo de mi senda formativa y ocupacional; y porque continuará obrando de tal manera.

Anhelo plasmar mi perpetuo reconocimiento a mis progenitores, quienes han sido arquetipos de tenacidad y dedicación inagotable. Su constante influencia en mi existencia me ha alentado a comprender que las metas se conquistan mediante firmeza y laboriosidad inflexible.

Igualmente, extendiendo mis agradecimientos a mi alma mater, así como al mentor M. en T. Ing. Alejandro Cubas Becerra, cuya asistencia sin reservas, orientación esclarecedora y anhelos genuinos de mi prosperidad, han sido invaluable.

DEDICATORIA

“La motivación es el empuje del éxito; el éxito es la plenitud de la vida; la vida no sería vida si no hubiera una familia.”

Por ello, con aprecio y profundo reconocimiento, consagro esta disertación a mis entrañables progenitores, Gladys Candelaria Gonzales Díaz y Conrado Ortega Brito, quienes sostienen mi existencia, me respaldan invariablemente en mis conquistas personales y bregan incansablemente por mi bienestar, inculcándome el sendero recto de la existencia.

A mis venerados abuelos, Blanca Consuelo Díaz Correa y Jesús Manuel Gonzáles Ordóñez, quienes perpetuamente contribuyeron a mi formación como mejor ser humano, y por ello permanecerán imborrables en mi alma por la eternidad.

A mi hermana, Leidy Celideth Ortega Gonzales, cuya presencia ha sido faro y estímulo durante mi travesía académica.

A mis tíos, Inés Consuelo y Ronald Ricardo, quienes invariablemente me demostraron su irrestricto apoyo y ofrecieron palabras de ánimo que alimentaron mi determinación para alcanzar los objetivos trazados.

Al mentor Ing. Alejandro Cubas Becerra, a quien considero un educador sobresaliente, por entregarme todo su respaldo en la realización de este escrutinio investigativo.

Al Ing. Jenry Chasquero Martínez, cuya asistencia altruista y constante guía en mi desarrollo profesional me inspiran diariamente a aspirar a la excelencia.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ABREVIACIONES	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	2
1.3.1. Hipótesis general	2
1.4. VARIABLES	2
1.4.1. Variable independiente	2
1.4.2. Variable dependiente	2
1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	2
1.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA	2
1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.7.1. Justificación práctica	5
1.7.2. Justificación metodológica	5
1.7.3. Justificación social.....	5
1.7.4. Contribución al conocimiento existente	6
1.8. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	6
1.9. LIMITACIONES	6
1.10. OBJETIVOS	7

1.10.1. Objetivo general	7
1.10.2. Objetivos específicos	7
1.11. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	9
2.1.3. Antecedentes locales.....	10
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. Definición de pavimentos	11
2.2.2. Características que debe reunir un pavimento	11
2.2.3. Clasificación de los pavimentos	11
2.2.4. Ciclo de vida de los pavimentos	15
2.2.5. Tipos de evaluación del pavimento	19
2.2.6. Estudio de tránsito	21
2.2.7. Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento)	21
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	72
2.3.1. Pavimento	72
2.3.2. Pavimento rígido	72
2.3.3. Grado de la condición del pavimento	72
2.3.4. Falla	72
2.3.5. Serviciabilidad	72
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	73
3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	73
3.1.1. Ubicación política.....	73
3.1.2. Ubicación geográfica.....	74
3.2. PERIODO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	74
3.3. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS.....	75

3.4. PROCEDIMIENTO	76
3.4.1. Trabajo en campo	76
3.4.2. Trabajo en gabinete	77
3.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	78
3.5.1. Tipo de la investigación.....	78
3.5.2. Nivel de investigación	78
3.5.3. Diseño de la investigación.....	78
3.6. POBLACIÓN DE ESTUDIO	78
3.7. MUESTRA	78
3.8. UNIDAD DE ANÁLISIS	79
3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	79
3.10. ANÁLISIS DE DATOS	82
3.10.1. Datos de la vía de estudio	82
3.10.2. Estudio de tránsito	82
3.10.3. Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI.....	85
CAP IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	100
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS	100
4.1.1. Levantamiento topográfico y estudio del tránsito	100
4.1.2. Tipos de fallas.....	100
4.1.3. Nivel de severidad por cada tipo de falla	102
4.1.4. Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	105
4.1.5. Alternativas de solución al problema	108
4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	113
4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	115
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
5.1. CONCLUSIONES	116
5.2. RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118

ANEXOS	121
ANEXO 01: TABLAS Y ÁBACOS DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	121
ANEXO 02: FORMATO DE CÁLCULO DEL PCI PARA CADA UNIDAD DE MUESTREO	135
ANEXO 03: CONTEO VEHICULAR.....	157
ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO.....	165
ANEXO 05: PLANOS	179

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	3
Tabla 2. Matriz de consistencia	4
Tabla 3. Rangos de clasificación del PCI	22
Tabla 4. Niveles de severidad para losa dividida	30
Tabla 5. Niveles de severidad para escala	36
Tabla 6. Niveles de severidad para punzonamiento	55
Tabla 7. Niveles de severidad para descascaramiento de esquina.....	63
Tabla 8. Niveles de severidad para descascaramiento de junta	66
Tabla 9. Coordenadas UTM	74
Tabla 10. Coordenadas geográficas	74
Tabla 11. Composición vehicular y cálculo de IMDA de la vía de estudio	83
Tabla 12. Unidades de muestreo inspeccionadas	87
Tabla 13. Descripción de tipo de fallas en la UM-05	88
Tabla 14. Densidad para cada tipo de falla en la UM-05	89
Tabla 15. Valores deducidos para cada tipo y severidad de falla en la UM-05	89
Tabla 16. Valores deducidos para falla 29 – parche grande	91
Tabla 17. Valores deducidos seleccionados de falla 29 – parche grande, para la interpolación lineal	92
Tabla 18. Valores deducidos ordenados de mayor a menor en la UM-05.....	93
Tabla 19. Máximo Valor Deducido Corregido (CDV) en la UM-05	94
Tabla 20. Valores Deducidos Corregido (CDV)	96
Tabla 21. Valores deducidos corregidos seleccionados para la interpolación lineal.....	97
Tabla 22. Valores del PCI de las unidades de muestreo y el tramo de estudio	98
Tabla 23. Nivel de severidad por cada tipo de falla en la calle Orellana	102
Tabla 24. Tipo de conservación a desarrollar según el rango de clasificación del PCI ..	108
Tabla 25. Alternativas de conservación para el tramo de estudio	109
Tabla 26. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 22 - grieta de esquina....	122
Tabla 27. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 23 - losa dividida	123
Tabla 28. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 25 - escala.....	124
Tabla 29. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 28 – grietas lineales	125
Tabla 30. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 29 – parche grande.....	126

Tabla 31. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 30 – parche pequeño.....	127
Tabla 32. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 31 – pulimento de agregados	128
Tabla 33. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 36 - mapa de grietas.....	129
Tabla 34. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 37 – grietas de retracción	130
Tabla 35. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 38 – descascaramiento de esquina	131
Tabla 36. Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 39 - descascaramiento de junta	132
Tabla 37. Valores deducidos de la falla 26 – daño del sello de la junta.....	133
Tabla 38. Valores Deducidos Corregidos (CDV) tabulados	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección de pavimentos rígidos.....	12
Figura 2. Pavimento de concreto simple sin pasadores	13
Figura 3. Pavimento de concreto simple con pasadores.....	14
Figura 4. Pavimentos de concreto reforzado con juntas.....	14
Figura 5. Pavimento de concreto con refuerzo continuo.....	15
Figura 6. Condición del pavimento sin mantenimiento	16
Figura 7. Condición del pavimento con y sin mantenimiento.....	17
Figura 8. Diagrama de flujo del ciclo de la vida en los pavimentos	18
Figura 9. Blowup/buckling de baja severidad	24
Figura 10. Blowup/buckling de media severidad.....	25
Figura 11. Blowup/buckling de alta severidad	26
Figura 12. Grieta de esquina de baja severidad	27
Figura 13. Grieta de esquina de severidad media.....	28
Figura 14. Grieta de esquina de alta severidad.....	29
Figura 15. Losa dividida de baja severidad	30
Figura 16. Losa dividida de severidad media.....	31
Figura 17. Losa dividida de alta severidad.....	31
Figura 18. Grietas de durabilidad de baja severidad	33
Figura 19. Grieta de durabilidad de severidad media.....	34
Figura 20. Grieta de durabilidad de alta severidad.....	35
Figura 21. Escala de baja severidad	36
Figura 22. Escala de severidad media	37
Figura 23. Escala de alta severidad	37
Figura 24. Daño del sello de junta de baja severidad	39
Figura 25. Daño del sello de junta de severidad media.....	39
Figura 26. Daño del sello de junta de alta severidad.....	40
Figura 27. Desnivel carril / berma de baja severidad	41
Figura 28. Desnivel carril / berma de media severidad	42
Figura 29. Desnivel carril / berma de alta severidad	42
Figura 30. Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple.....	44
Figura 31. Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado.....	44

Figura 32. Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple.....	45
Figura 33. Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad.....	47
Figura 34. Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media	48
Figura 35. Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad	48
Figura 36. Parche pequeño de baja severidad	49
Figura 37. Parche pequeño de severidad media	50
Figura 38. Parche pequeño de alta severidad	51
Figura 39. Pulimento de agregados	52
Figura 40. Popout	53
Figura 41. Bombeo	54
Figura 42. Punzonamiento de baja severidad	55
Figura 43. Punzonamiento de severidad media	56
Figura 44. Punzonamiento de alta severidad	56
Figura 45. Cruce de vía férrea de baja severidad	57
Figura 46. Cruce de vía férrea de severidad media	58
Figura 47. Cruce de vía férrea de alta severidad	59
Figura 48. Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de baja severidad	60
Figura 49. Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media	61
Figura 50. Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de alta severidad	61
Figura 51. Grietas de contracción.....	63
Figura 52. Descascaramiento de esquina de baja severidad.....	64
Figura 53. Descascaramiento de esquina de severidad media.....	64
Figura 54. Descascaramiento de esquina de alta severidad.....	65
Figura 55. Descascaramiento de junta de baja severidad	67
Figura 56. Descascaramiento de junta de severidad media.....	67
Figura 57. Descascaramiento de junta de alta severidad.....	68
Figura 58. Localización de la vía de estudio	73
Figura 59. Formato de conteo y clasificación vehicular del MTC	80
Figura 60. Formato de campo para recolección de datos	81
Figura 61. Número de vehículos por semana	84
Figura 62. Composición del tránsito	85
Figura 63. Curva de “Valor deducido de daño”, falla 29 – parche grande.....	90
Figura 64. Curva de corrección para pavimento de concreto	95

Figura 65. Porcentaje de incidencia de cada falla presente en la calle Orellana.....	101
Figura 66. Valores del PCI obtenido en cada una unidad de muestreo del tramo de estudio	106
Figura 67. Rangos de clasificación del PCI en el tramo de estudio	107
Figura 68. Ábaco para valores deducidos de la falla 22 - grieta de esquina	122
Figura 69. Ábaco para valores deducidos de la falla 23 - losa dividida.....	123
Figura 70. Ábaco para valores deducidos de la falla 25 - escala.....	124
Figura 71. Ábaco para valores deducidos de la falla 28 – grietas lineales	125
Figura 72. Ábaco para valores deducidos de la falla 29 – parche grande	126
Figura 73. Ábaco para valores deducidos de la falla 30 – parche pequeño.....	127
Figura 74. Ábaco para valores deducidos de la falla 31 – pulimento de agregados.....	128
Figura 75. Ábaco para valores deducidos de la falla 36 - mapa de grietas	129
Figura 76. Ábaco para valores deducidos de la falla 37 – grietas de retracción	130
Figura 77. Ábaco para valores deducidos de la falla 38 – descascaramiento de esquina	131
Figura 78. Ábaco para valores deducidos de la falla 39 - descascaramiento de junta	132
Figura 79. Curva de Valor Deducido Corregido (CDV)	134
Figura 80. Formato de cálculo del PCI de la UM-01	136
Figura 81. Formato de cálculo del PCI de la UM-02	137
Figura 82. Formato de cálculo del PCI de la UM-03	138
Figura 83. Formato de cálculo del PCI de la UM-04	139
Figura 84. Formato de cálculo del PCI de la UM-05	140
Figura 85. Formato de cálculo del PCI de la UM-06	141
Figura 86. Formato de cálculo del PCI de la UM-07	142
Figura 87. Formato de cálculo del PCI de la UM-08	143
Figura 88. Formato de cálculo del PCI de la UM-09	144
Figura 89. Formato de cálculo del PCI de la UM-10	145
Figura 90. Formato de cálculo del PCI de la UM-11	146
Figura 91. Formato de cálculo del PCI de la UM-12	147
Figura 92. Formato de cálculo del PCI de la UM-13	148
Figura 93. Formato de cálculo del PCI de la UM-14	149
Figura 94. Formato de cálculo del PCI de la UM-15	150
Figura 95. Formato de cálculo del PCI de la UM-16	151
Figura 96. Formato de cálculo del PCI de la UM-17	152

Figura 97. Formato de cálculo del PCI de la UM-18	153
Figura 98. Formato de cálculo del PCI de la UM-19	154
Figura 99. Formato de cálculo del PCI de la UM-20	155
Figura 100. Formato de cálculo del PCI de la UM-21	156
Figura 101. Aforo vehicular día 15/07/24 - lunes	158
Figura 102. Aforo vehicular día 16/07/24 - martes	159
Figura 103. Aforo vehicular día 17/07/24 - miércoles	160
Figura 104. Aforo vehicular día 18/07/24 - jueves.....	161
Figura 105. Aforo vehicular día 19/07/24 - viernes	162
Figura 106. Aforo vehicular día 20/07/24 - sábado.....	163
Figura 107. Aforo vehicular día 21/07/24 - domingo.....	164
Figura 108. Levantamiento topográfico del pavimento rígido la calle Orellana.....	166
Figura 109. Conteo de vehículos en punto de aforo.....	166
Figura 110. Grieta de esquina (22) identificada en la UM-05.....	167
Figura 111. Grieta de esquina (22) identificada en la UM-09.....	167
Figura 112. Losa dividida (23) identificada en la UM-05.....	168
Figura 113. Losa dividida (23) identificada en la UM-06.....	168
Figura 114. Escala (25) identificada en la UM-01	169
Figura 115. Escala (25) identificada en la UM-13	169
Figura 116. Daño del sello de la junta (26) identificada en la UM-12.....	170
Figura 117. Daño del sello de la junta (26) identificada en la UM-16.....	170
Figura 118. Grietas lineales (28) identificada en la UM-13.....	171
Figura 119. Grietas lineales (28) identificada en la UM-06.....	171
Figura 120. Parche grande (29) identificada en la UM-03.....	172
Figura 121. Parche grande (29) identificada en la UM-10.....	172
Figura 122. Parche pequeño (30) identificada en la UM-02	173
Figura 123. Parche pequeño (30) identificada en la UM-09	173
Figura 124. Pulimento de agregados (31) identificada en la UM-01	174
Figura 125. Pulimento de agregados (31) identificada en la UM-06	174
Figura 126. Mapa de grietas (36) identificada en la UM-20	175
Figura 127. Mapa de grietas (36) identificada en la UM-21	175
Figura 128. Grietas de retracción (37) identificada en la UM-06	176
Figura 129. Grietas de retracción (37) identificada en la UM-12	176

Figura 130. Descascaramiento de esquina (38) identificada en la UM-08.....	177
Figura 131. Descascaramiento de esquina (38) identificada en la UM-06.....	177
Figura 132. Descascaramiento de junta (39) identificada en la UM-08.....	178
Figura 133. Descascaramiento de junta (39) identificada en la UM-06.....	178

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del IMDA	21
Ecuación 2. Cálculo del IMDS	21
Ecuación 3. Cálculo de unidades de muestreo.....	69
Ecuación 4. Determinación de unidades de muestreo	69
Ecuación 5. Selección de unidades de muestreo	70
Ecuación 6. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos.....	71
Ecuación 7. Cálculo del PCI de una unidad de muestra	71
Ecuación 8. Cálculo del número total de unidades de muestreo	85
Ecuación 9. Cálculo de unidades de muestreo para la evaluación	86
Ecuación 10. Selección de unidades de muestreo para inspección	87
Ecuación 11. Determinación del número máximo admisible de valores deducidos	93
Ecuación 12. Determinación del PCI de una unidad de muestreo.....	97

ÍNDICE DE ABREVIACIONES

AASHTO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ASTM	:	American Society for Testing and Materials.
AV.	:	Avenida.
BM	:	Bench Mark.
CD	:	Código.
CDV	:	Valor Deducido Corregido.
FC	:	Factor de corrección.
GPS	:	Sistema de Posicionamiento Global.
GPX	:	GPS Exchange Format.
HDV	:	Valor Deducido Individual mayor.
IDX	:	Incremental Design Exchange.
IMDA	:	Índice Medio Diario Anual.
IMDS	:	Índice Medio Diario Semanal.
JR.	:	Jirón.
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
PCA	:	Asociación de Cemento Portland.
PCI	:	Índice de Condición del Pavimento.
TPD	:	Tránsito Promedio Diario.
TPDA	:	Tránsito Promedio Diario Anual.
TPDS	:	Tránsito Promedio Diario Semanal.
UM	:	Unidad de muestreo.
UTM	:	Universal Transverse Mercator.
WGS	:	World Geodetic System.

RESUMEN

La presente investigación llevó por título “Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024”; en la cual se abordó como problemática principal el evidente desgaste superficial que exhibe el pavimento rígido de la calle Orellana, el cual presenta deterioros de diversa magnitud y evidencia una notable ausencia de mantenimiento; es por ello que esta investigación se centró en evaluar la condición superficial del pavimento rígido de dicha calle, ubicada en la localidad de Jaén aplicando la metodología PCI a lo largo del intervalo temporal comprendido entre los meses de marzo y octubre del año 2024; para ello se llevaron a cabo múltiples operaciones: un levantamiento topográfico, un estudio de tránsito, la identificación de diversos daños presentes y la evaluación de sus niveles de severidad, con lo cual se determinó el valor del PCI para el tramo de estudio para así brindar alternativas de solución al problema mencionado. La vía de estudio abarcó una longitud de 1.12 kilómetros divididos en 21 unidades de muestreo con un IMDA de 1020 vehículos por día, identificando 12 de los 19 tipos de fallas con diferentes severidades en las 588 losas evaluadas, de las cuales el tipo pulimento de agregados con 38.99% y parche grande con 14.72% fueron las que presentaron una mayor incidencia en la vía de estudio, resultando así que la calle Orellana obtuviera un PCI de 54.84, lo que lo clasificó como un pavimento de calidad regular; esto indicó que el pavimento requiere una conservación periódica para prevenir su deterioro en el cual se propusieron soluciones para el tratamiento de las fallas registradas.

Palabras claves: Pavimento rígido, Índice de Condición del Pavimento (PCI), unidad de muestreo, tipos de fallas, nivel de severidad, conservación vial.

ABSTRACT

The present investigation was entitled "Evaluation of the surface condition of the rigid pavement using the PCI method of Orellana Street, Jaén 2024"; in which the main problem addressed was the evident surface wear exhibited by the rigid pavement of Orellana Street, which presents deterioration of varying magnitude and shows a notable lack of maintenance; That is why this investigation focused on evaluating the surface condition of the rigid pavement of said street, located in the town of Jaén, applying the PCI methodology throughout the time interval between the months of March and October of the year 2024; For this purpose, multiple operations were carried out: a topographic survey, a traffic study, the identification of various present damages and the evaluation of their severity levels, with which the PCI value was determined for the study section in order to provide alternative solutions to the aforementioned problem. The study road covered a length of 1.12 kilometers divided into 21 sampling units with an IMDA of 1020 vehicles per day, identifying 12 of the 19 types of failures with different severities in the 588 slabs evaluated, of which the aggregate polishing type with 38.99% and large patch with 14.72% were the ones that presented a greater incidence on the study road, resulting in Orellana Street obtaining a PCI of 54.84, which classified it as a regular quality pavement; this indicated that the pavement requires periodic maintenance to prevent its deterioration in which solutions were proposed for the treatment of the recorded failures.

Keywords: Rigid pavement, Pavement Condition Index (PCI), sampling unit, types of failures, level of severity, road maintenance.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel internacional, en Costa Rica los pavimentos rígidos confrontan diversas dificultades que perjudican las condiciones de las redes viales del país, siendo uno de los dilemas más significativos, la carencia de una conservación adecuada, ya que a medida que el tránsito vehicular incrementa los pavimentos se deterioran velozmente. Por otro lado, las condiciones climáticas son un agente muy grave, ya que comprenden temperaturas y lluvias demasiadas intensas sobre los pavimentos, lo que causa la aparición de diferentes tipos de patologías, provocando inseguridad vial y agrandando los costos de reparación. Asimismo, la carencia de planificaciones por parte de las autoridades competentes también es un impedimento para mejorar el estado de las vías de ese país (Montes de Oca et al., 2021).

En América Latina y el Caribe, se menciona que la infraestructura vial en Bogotá - Colombia ha mostrado molestias con respecto a su estado, provocando que los ciudadanos se enfrenten diariamente a obstáculos que no les deja transitar con comodidad y seguridad por las vías, las cuales presentan fallas como baches, grietas, etc, que deterioran rápidamente al pavimento, incrementando el número de accidentes y reduciendo su serviciabilidad, esto se debe por la escasa intervención de mantenimiento como también por factores climáticos y el aumento del tráfico (Pérez Acosta, 2021).

En el contexto peruano, se afirma que la región de Cajamarca presenta problemas con sus redes viales las cuales son usadas para conectar diferentes sectores como la agricultura, ganadería y turismo, gran parte de los pavimentos cuentan con numerosos clases de daños los cuales se presentan antes de cumplir su vida útil, generando fastidio en la movilidad y seguridad de los usuarios, esto se debe a las insuficientes políticas de inversión y la falta de estrategias para la conservación de los pavimentos (Sánchez Vera, 2022).

En la localidad de Jaén, la calle Orellana presenta una situación crítica similar, a pesar de ser una vía de gran importancia para la conectividad urbana, el pavimento rígido de esta calle muestra signos evidentes de deterioros superficiales de diversas gravedades, que no solo afectan la circulación vehicular, sino que también ponen en riesgo la seguridad de peatones y conductores. Muchas veces se debe a una falta de mantenimiento adecuado o a diversos factores como lo son el aumento del tránsito vehicular y condiciones climáticas a

la que se ve expuesto el pavimento que terminan deteriorándolo; es por ello que, por medio de esta investigación realizada a lo largo del intervalo temporal comprendido entre los meses de marzo y octubre del año 2024, se busca evaluar la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén?

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

La condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén, es malo.

1.4. VARIABLES

1.4.1. Variable independiente

Índice de Condición del Pavimento (PCI).

1.4.2. Variable dependiente

Condición superficial del pavimento rígido.

1.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Visualizar tabla 1.

1.6. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Visualizar tabla 2.

Tabla 1

Operacionalización de variables

“Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024”					
Hipótesis de la investigación	Definición conceptual de las variables/categorías	Definición operacional de las variables/categorías			
		Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuentes o instrumentos de recolección de datos
La condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén, es malo.	El PCI constituye una metodología exhaustiva para valorar el estado general de un pavimento, fundamentada en una evaluación minuciosa de su superficie. Este método examina el tipo, su nivel de severidad y la densidad de deterioros existentes, lo que permite asignar una calificación numérica que oscila entre 0 y 100.	Variable independiente: Índice de Condición del Pavimento (PCI).	Rangos PCI: 100-85 85-70 70-55 55-40 40-25 25-10 10-0	Calificación numérica obtenido del método PCI.	Inspección visual en campo y formatos PCI según la norma internacional ASTM E17 D6433-03.
	El estado superficial del pavimento rígido hace referencia al estado físico y funcional de la superficie de concreto, que se puede analizar utilizando la metodología PCI.	Variable dependiente: Condición superficial del pavimento rígido.	Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado	Estado del pavimento en función al valor del PCI obtenido.	Evaluación en gabinete y formatos PCI.

Tabla 2

Matriz de consistencia

“Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis de la investigación	Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuentes o instrumentos de recolección de datos	Metodología de la investigación	Población y muestra
¿Cuál es la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén?	<p>Objetivo General:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar el levantamiento topográfico y el estudio de tránsito de la calle Orellana. - Identificar los diferentes tipos de fallas presentes en el pavimento rígido de la calle Orellana. - Evaluar el nivel de severidad de las fallas observadas en el pavimento rígido de la calle Orellana. - Determinar el valor del PCI de la calle Orellana. - Proponer alternativas de solución para el tratamiento de las fallas registradas en materia de gestión de conservación del pavimento. 	La condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén, es malo.	<p>Variable independiente:</p> <p>Índice de Condición del Pavimento (PCI).</p>	<p>Rangos PCI:</p> <p>100-85 85-70 70-55 55-40 40-25 25-10 10-0</p>	<p>Calificación numérica obtenido del método PCI.</p>	<p>Inspección visual en campo y formatos PCI según la norma internacional ASTM E17 D6433-03.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Diseño: No experimental – transversal.</p>	El pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén.
	<p>Variable dependiente:</p> <p>Condición superficial del pavimento rígido.</p>		<p>Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado</p>	<p>Estado del pavimento en función al valor del PCI obtenido.</p>	<p>Evaluación en gabinete y formatos PCI.</p>			

1.7. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Justificación práctica

La inspección de la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana utilizando la metodología PCI es de suma importancia práctica, esta calle es una vía de gran relevancia para la conectividad y movilidad urbana, y su deterioro actual afecta significativamente tanto la eficiencia del transporte como la seguridad vial. Estudios previos en contextos similares han demostrado que el método PCI es una herramienta eficaz para diagnosticar el estado del pavimento y planificar intervenciones de mantenimiento (Regalado Carrión, 2023). Al aplicar este método, se espera identificar con precisión las áreas que requieren reparaciones inmediatas y aquellas que necesitan mantenimiento preventivo. La implementación de intervenciones adecuadas en el pavimento es esencial para alargar su vida útil, disminuir los gastos de mantenimiento a largo plazo y elevar la calidad de vida tanto de los residentes como de los usuarios de esta infraestructura vial.

1.7.2. Justificación metodológica

Desde una perspectiva metodológica, la aplicación del método PCI en la evaluación del pavimento rígido de la calle Orellana permitirá realizar un análisis sistemático y cuantitativo del estado de la vía; el método PCI desarrollado por el cuerpo de ingenieros del ejército de los Estados Unidos, es ampliamente reconocido por su precisión y capacidad para evaluar diferentes tipos de deterioro del pavimento (Sánchez Delgado, 2023). La utilización de esta metodología en el contexto de Jaén permitirá comparar los resultados con estudios similares realizados en otras ciudades, como los análisis del estado del pavimento en la calle Zarumilla (Regalado Carrión, 2023). Este enfoque comparativo contribuirá a validar los hallazgos y a generar recomendaciones basadas en evidencias para la gestión y mantenimiento de pavimentos en entornos urbanos similares.

1.7.3. Justificación social

La justificación social de esta investigación radica en su impacto directo sobre la comunidad de Jaén; la condición superficial del pavimento de la calle Orellana no solo afecta la movilidad y el transporte, sino que también tiene implicaciones significativas para la seguridad de los peatones y conductores. Las fallas en el pavimento incrementan el riesgo de accidentes y pueden causar daños a los vehículos, lo que genera costos

adicionales para los residentes, según un estudio realizado en la ciudad de Cajamarca, la mejora en el estado de las vías urbanas tiene un efecto positivo en la percepción de seguridad y bienestar de la comunidad (Sánchez Vera, 2022). Al abarcar estas problemáticas mediante una evaluación meticulosa y la implementación de acciones correctivas, se logrará una mejor calidad de vida para los pobladores de Jaén, favoreciendo un entorno más seguro y eficiente para todos.

1.7.4. Contribución al conocimiento existente

Esta investigación contribuirá al conocimiento existente en el campo de la ingeniería civil y la gestión de infraestructuras viales al proporcionar datos actualizados sobre el estado del pavimento rígido en un contexto específico, además servirá como referencia para futuras evaluaciones y estudios comparativos en otras ciudades con características similares. Los resultados obtenidos y las recomendaciones derivadas de este estudio podrán ser utilizados por autoridades locales y regionales para desarrollar políticas y estrategias de mantenimiento más efectivas y basadas en evidencia. Estudios como el de (Tafur Arévalo, 2021) y (Regalado Carrión, 2023) han destacado la importancia de utilizar metodologías estandarizadas, como el PCI, para mejorar la gestión de pavimentos y garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

1.8. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de investigación se enfocó en analizar la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana situada en la ciudad de Jaén, este tramo de 1.12 km abarca un total de 11 cuadras, comenzando en el puente Orellana y concluyendo en la intersección con la calle Lambayeque.

La ubicación de esta vía es de alta circulación, lo que la convierte en un punto crítico para el tránsito local, además esta tesis tiene un alcance general, porque servirá como un futuro antecedente para ser usado por alumnos, profesionales o cualquier persona que requiera información sobre el estado del pavimento de la calle Orellana o de forma general podrá servir de base para investigaciones futuras.

1.9. LIMITACIONES

No existieron limitaciones en el trabajo de indagación.

1.10. OBJETIVOS

1.10.1. Objetivo general

- Evaluar la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, Jaén 2024.

1.10.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico y el estudio de tránsito de la calle Orellana.
- Identificar los diferentes tipos de fallas presentes en el pavimento rígido de la calle Orellana.
- Evaluar el nivel de severidad de las fallas observadas en el pavimento rígido de la calle Orellana.
- Determinar el valor del PCI de la calle Orellana.
- Proponer alternativas de solución para el tratamiento de las fallas registradas en materia de gestión de conservación del pavimento.

1.11. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

En el capítulo I, se presenta una introducción que abarca el planteamiento y formulación del problema, hipótesis, variables, operacionalización de variables, matriz de consistencia, justificación, alcances o delimitación, limitaciones, objetivos y una descripción del contenido de los capítulos. El capítulo II se centra en el marco teórico, donde se exponen los antecedentes teóricos internacionales, nacionales y locales, así como también se presentan las bases teóricas de la investigación y finalmente la definición de términos básicos utilizados en el estudio. En el capítulo III, titulado materiales y métodos, se detalla la ubicación de la zona de estudio, el periodo de realización de la investigación, los instrumentos, materiales y equipos utilizados, así como el procedimiento, metodología, población de estudio, muestra, unidad de análisis, técnicas e instrumentos de recolección de datos y por último el análisis de datos. El capítulo IV aborda el análisis y la discusión de los resultados, además de la contrastación de hipótesis planteada. Por último, el capítulo V contiene las conclusiones en función a los objetivos y resultados obtenidos, como también las recomendaciones para futuras evaluaciones similares, seguidas de las referencias bibliográficas y anexos que complementan el trabajo de investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Antecedentes internacionales

Pérez Acosta (2021) en su tesis titulada “Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la Av. La Victoria (carrera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27A sur”, cuyo objetivo fue realizar un levantamiento de fallas del pavimento con el fin de examinar el impacto de seguridad y movilidad generado por el mal estado de la avenida. Llegó a concluir que del total de los tramos 10.5% tendrá que ser reconstruido, 3.6% solo requiere mantenimiento periódico y 57.9% requiere rehabilitación, las fallas más representativas que halló fueron grietas de esquina, sello de junta y grieta lineal.

Montes de Oca et al. (2021) en su artículo de investigación “Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica”, cuyo objetivo fue realizar la evaluación para determinar las fallas más comunes de los pavimentos rígidos en Costa Rica, para lo cual se realizó el levantamiento de información de los deterioros de cada uno de los 7 proyectos, con ello para calcular el PCI. Llegó a concluir que los daños predominantes fueron sello de junta con 21,22%, desprendimiento de agregados con 13,58%, pulimiento de agregado con 13,10% y agrietamiento lineal con 7,08%, además de ello se observó que los deterioros están asociados a la precipitación, temperatura y ejes equivalentes.

Aristizabal et al. (2020) en su investigación “Evaluación del estado del pavimento rígido en el segmento de vía de la avenida Ferrocarril entre calles 37 y 31 de la ciudad de Ibagué Tolima”, cuyo objetivo fue evaluar el estado del pavimento rígido de la vía de estudio ya mencionada. Se llegó a la conclusión de que el PCI para los cinco subsegmentos de la vía estudiada indica una condición general regular, se observó una recurrencia en diversas patologías, entre las que destacan el deterioro del sellante, grietas lineales, fragmentación de losas, punzonamiento y escalonamiento. Además, se detectaron secciones de losa que demandan una intervención urgente para salvaguardar la seguridad y facilitar la circulación vehicular.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Zeballos & Alejandro (2021) en su investigación: “Evaluación y análisis del estado superficial del pavimento rígido del jirón Huallayco, comprendido entre la cuadra uno y veinte del distrito de Huánuco, mediante el método PCI en el año 2021”, el objetivo de la investigación fue determinar el condición superficial del pavimento rígido del jirón Huallayco, evaluando desde la cuadra uno hasta la cuadra veinte. Siguiendo como referencia la normativa ASTM D 6433, se dividió la vía de estudio en cinco secciones, en la primera sección, se reportó una condición muy buena con un PCI de 82.25, la segunda sección obtuvo un PCI de 37.67, siendo clasificada como un pavimento malo, la tercera sección mostró resultados variados: el primer tramo tuvo un PCI de 76.86 (muy bueno), el segundo alcanzó un PCI de 27 (malo), y el tercer tramo final logró un PCI de 87 (excelente), la cuarta sección se clasificó como un pavimento fallado, con un PCI de 9, mientras que la quinta sección se evaluó como un pavimento muy bueno, con un valor de 72.75. En conclusión, se determinó que la zona de estudio tiene un estado promedio de pavimento bueno, con un PCI promedio de 65, las fallas más significativas identificadas fueron el daño en el sello de junta, fisuras en las esquinas y grandes parcheos.

Granda Hinostraza (2019) en su investigación “Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca - Yanacancha - Pasco – 2018”, cuyo objetivo de la investigación fue evaluar la condición del pavimento rígido en el anillo vial del tramo en mención utilizando el método PCI, para lo cual realizó una inspección visual que de manera posterior mediante un proceso matemático con los datos de la inspección obtuviera el resultado del Índice de Condición del Pavimento (PCI), lo cual llegó a concluir como resultado un PCI de 32, lo que se considera dentro de la condición de un pavimento malo, entonces debido a ello realizaron la recomendación a la Municipalidad Provincial de Pasco realizar un mantenimiento rutinario del anillo vial con la finalidad de mejorar la condición del pavimento.

Flores & Mendoza (2021) en su tesis: “Evaluación de las fallas del pavimento rígido mediante el método PCI en la calle El Triunfo-Chepén-La Libertad 2021”, cuyo objetivo fue evaluar la condición de la superficie del pavimento rígido de la calle ya mencionada. Llegaron a concluir que de sus 17 muestras presentan: dos de tipo muy bueno, cinco muestras como pavimento bueno, seis en condición regular y cuatro se catalogan como un pavimento malo. El PCI obtenido fue de 51, esto ubica a este pavimento en condiciones regulares, se verifica este valor con el estudio de tráfico y se

puede notar que la zona media presenta más fallas debido a que es la zona con mayor tránsito.

2.1.3. Antecedentes locales

Collantes Olano (2021) en su investigación “Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando método PCI en la calle San Carlos - Jaén - Cajamarca – 2021”, el propósito de la indagación fue evaluar el estado del pavimento mediante un reconocimiento visual, con el fin de identificar la clase, nivel de severidad y densidad de deterioros existentes. Como resultado, se consiguió un índice promedio de PCI de 60.66, lo que indica un estado de pavimento considerado bueno, entre las clases de daños más representativas encontradas, se destacaron el parcheo grande, el pulimento de agregados y el mapa de grietas o craquelado.

Regalado Carrión (2023) en su investigación “Evaluación del estado actual del pavimento rígido mediante el método PCI en la calle Zarumilla de la ciudad de Jaén-Cajamarca”, cuyo objetivo fue evaluar el estado del pavimento rígido de la calle ya mencionada entre las cuadras N° 13 y 18 mediante el método PCI. Se llegó a la conclusión de que el tramo inspeccionado presenta un PCI de 51.56, lo que clasifica al pavimento como regular, las cuadras con menor clasificación son la N° 17 y 18, que tienen condiciones muy malas, mientras que las cuadras N° 14 y 16 destacan por estar en un excelente estado de conservación.

Lizana & Vargas (2024) en su investigación “Análisis del estado del pavimento rígido en la calle Huamantanga mediante la metodología del Pavement Condition Index (PCI), Jaén – Cajamarca”, cuyo objetivo fue examinar el estado del pavimento rígido de la calle en mención desde la cuadra N° 09 – N° 20 utilizando la metodología del PCI. Llegó a concluir que el valor promedio representativo del PCI de todo el tramo evaluado es 25.68, indicándonos que se encuentra en un estado de conservación malo, dando a conocer que las fallas con mayor presencialidad en el pavimento estudiado son: daño en sello de junta 21.80%, pulimentos de agregados 16.13%, parcheo grande 15.69% y descascamiento de junta 14.88%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definición de pavimentos

Montejo Fonseca (2002) define como pavimento a una estructura horizontal estratificada la cual está apoyada en la subrasante y son diseñadas para soportar cargas vehiculares repetidas. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) afirma que los pavimentos mejoran las condiciones de seguridad y garantizan mayor comodidad en el tránsito; están conformados por la capa de rodadura, la capa base y la sub-base.

2.2.2. Características que debe reunir un pavimento

Según Montejo Fonseca (2002) los pavimentos que funcionan correctamente presentan resistencia a la intemperie, a las cargas vehiculares, al desgaste producto de la abrasión de las llantas, poseen una textura superficial adecuada, debe ser durable, aportan un ruido de rodadura moderado para proteger a los que los usan, deben contar con un drenaje y bombeo adecuado como también debe ser económico.

2.2.3. Clasificación de los pavimentos

Los pavimentos se clasifican en:

- Pavimentos flexibles.
- Pavimentos semirrígidos.
- Pavimentos rígidos.

2.2.3.1. Pavimentos flexibles

También llamado pavimento asfáltico, el cual consiste en una capa asfáltica sobre un terreno ondulado que permite deformaciones menores en las capas inferiores sin falla estructural, dado que los pavimentos flexibles duran entre 10 y 15 años, construir uno es inicialmente más asequible, aunque el mantenimiento sigue siendo necesario durante todo ese tiempo (MTC, 2014).

2.2.3.2. Pavimentos semirrígidos

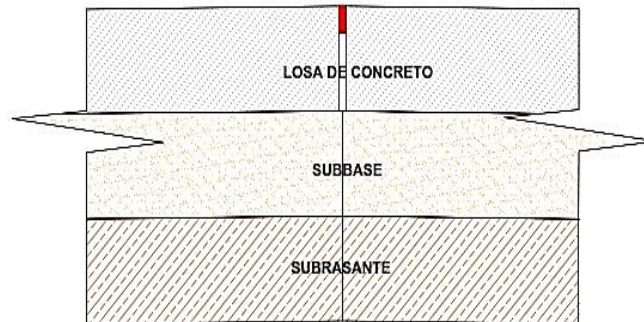
Presenta un total bituminoso que se conforma por capas asfálticas, toda estructura que se conforma por una carpeta asfáltica sobre una base de cemento o cal se incluye en este tipo de pavimentos como es el caso de los pavimentos adoquinados (MTC, 2014).

2.2.3.3. Pavimentos rígidos

Un pavimento rígido se compone por una capa de subbase granular (también se puede considerar una estabilizada con cemento, asfalto o cal) y una capa de rodadura de la losa de concreto (MTC, 2014).

Figura 1

Sección de pavimentos rígidos



2.2.3.3.1. Capas de un pavimento rígido

- **Capa subbase**

La capa sub-base es una parte esencial de la estructura del pavimento rígido, situada entre la subrasante y la losa de concreto, esta capa puede consistir en una o más capas de material granular o estabilizado, y su finalidad primordial es impedir el bombeo de suelos finos, que puede comprometer la integridad del pavimento. Es obligatoria en situaciones donde la interacción de suelos, agua y tráfico puede dar lugar a este fenómeno de bombeo (ASSHTO 93, 1993).

- **Losa de concreto**

La losa está compuesta de concreto de cemento Portland, es fundamental determinar el contenido mínimo de cemento a través de ensayos de laboratorio que evalúen tanto la resistencia como la durabilidad del material. En términos generales, el concreto hidráulico es capaz de distribuir de manera más eficiente las cargas hacia la estructura del pavimento (ASSHTO 93, 1993).

2.2.3.3.2. Tipos de pavimentos rígidos

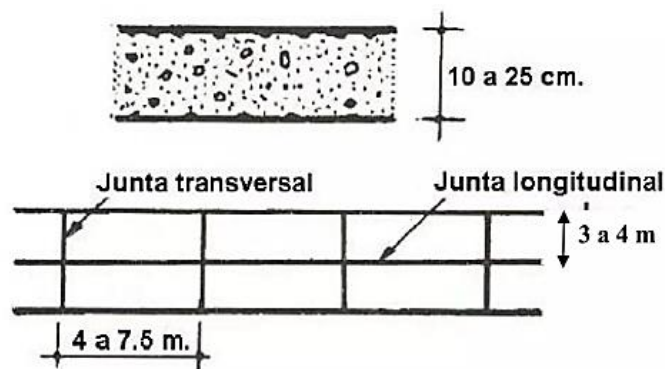
A. Pavimentos de concreto simple

- Sin pasadores

ASSHTO 93 (1993) indica que los pavimentos sin refuerzo de acero, conocidos como pavimentos de trabazón, transmiten las cargas mediante la interconexión de los agregados entre las juntas, sin la utilización de armadura de acero, lo que implica la necesidad de un espaciamiento reducido entre las juntas. Estos pavimentos están compuestos por losas de pequeño tamaño con espesores que varían según el uso: de 10 a 15 cm para calles residenciales, entre 15 y 17 cm para vías colectoras, 16 cm para carreteras y 20 cm o más para aeropistas y autopistas. Son especialmente adecuados para soportar tráfico ligero y climas templados, ya que se asientan encima de la subrasante.

Figura 2

Pavimento de concreto simple sin pasadores



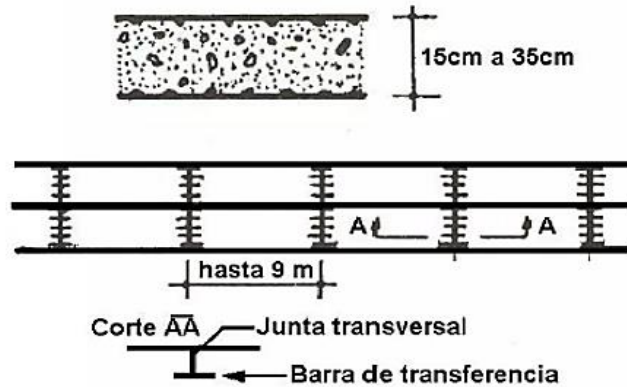
Fuente: Tomado de ASSHTO 93 (1993).

- Con pasadores

Los pasadores, conocidos como “dowels”, son varillas de acero liso que se insertan en las juntas de contracción de un pavimento, su finalidad es transmitir las cargas entre losas adyacentes y mejorar la deformación en las juntas, lo que previene los desplazamientos verticales diferenciales, también conocidos como escalonamiento. La Asociación de Cemento Portland (PCA) sugiere el uso de este tipo de pavimentos para un tráfico diario que supere los ejes equivalentes (ESALs), recomendando un espesor de 15 cm o más, lo que contribuye a aumentar tanto la capacidad estructural como la durabilidad del pavimento (ASSHTO 93, 1993).

Figura 3

Pavimento de concreto simple con pasadores



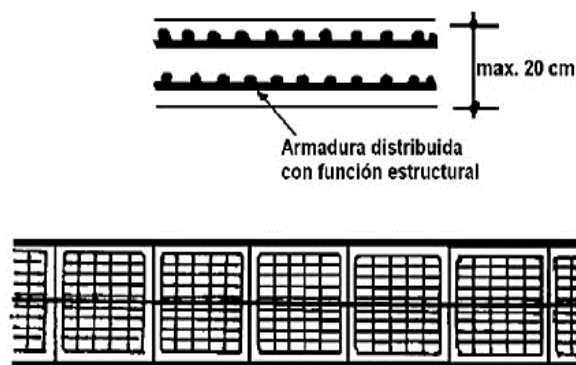
Fuente: Tomado de ASSHTO 93 (1993).

B. Pavimento de concreto reforzado con juntas

Como se ilustra en la figura 4, estos pavimentos cuentan con refuerzo y pasadores que facilitan la transferencia de cargas, este refuerzo puede estar compuesto por barras de acero o acero electrosoldado. La función de la armadura es mantener unidas las grietas que pueden surgir, permitiendo así una adecuada transferencia de cargas, este diseño permite que el pavimento funcione como una unidad estructural coherente (ASSHTO 93, 1993).

Figura 4

Pavimentos de concreto reforzado con juntas



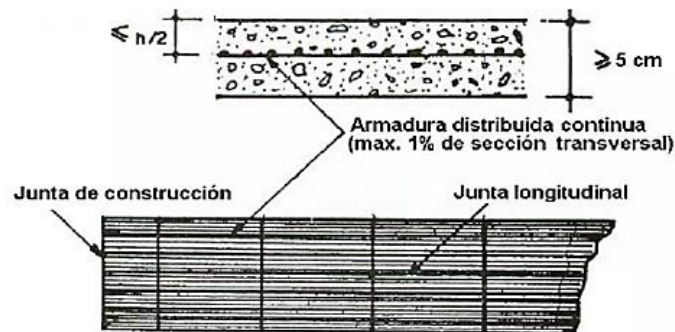
Fuente: Tomado de ASSHTO 93 (1993).

C. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo

Estos pavimentos se elaboran sin juntas de contracción, ya que el refuerzo integrado es capaz de absorber todas las deformaciones, especialmente las causadas por cambios de temperatura. El refuerzo principal consiste en acero longitudinal, dispuesto a lo largo del pavimento, y en este caso, no se requiere un refuerzo transversal. esto permite que el pavimento funcione de manera más coherente como una unidad estructural (ASSHTO 93, 1993).

Figura 5

Pavimento de concreto con refuerzo continuo



Fuente: Tomado de ASSHTO 93 (1993).

2.2.4. Ciclo de vida de los pavimentos

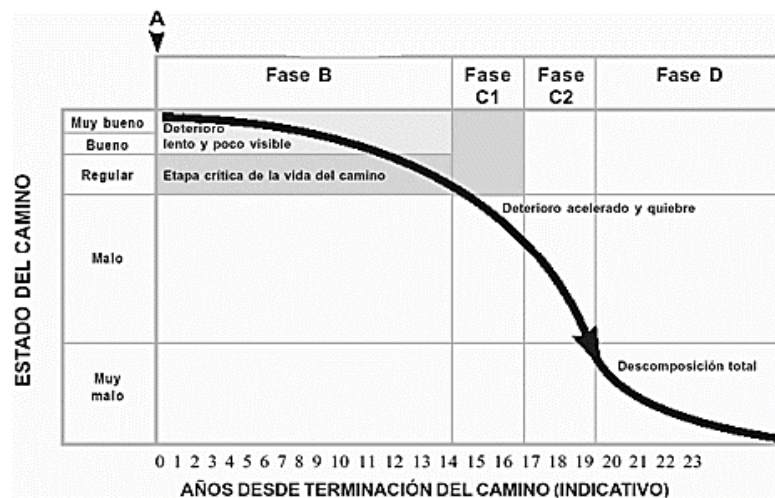
Menéndez (2003) indica que un pavimento pasa por dos ciclos de vida: uno sin mantenimiento, llamado "ciclo de vida fatal", donde se deteriora progresivamente hasta requerir reconstrucción, y otro con mantenimiento regular, llamado "ciclo de vida deseable", donde se retrasa el deterioro y se extiende su vida útil mediante reparaciones y rehabilitaciones oportunas, manteniendo su funcionalidad y seguridad. Enseguida, se detalla una descripción de cada uno de estos ciclos de vida:

2.2.4.1. Ciclo de vida fatal de los pavimentos

El ciclo de vida de un pavimento, cuando sufre de ausencia absoluta de intervenciones de conservación, se segmenta en cuatro fases diferenciadas, las cuales se detallan a continuación:

Figura 6

Condición del pavimento sin mantenimiento



Fuente: Tomado de Menéndez (2003).

Fase A: Construcción

La fase "A" marca el inicio del uso del pavimento después de su construcción, es decir, el momento en que el pavimento es puesto en servicio y comienza a ser utilizado por los vehículos y peatones, después de haber completado todo el proceso de construcción (Menéndez, 2003).

Fase B: Deterioro lento y poco visible

Esta etapa se caracteriza por un proceso gradual de desgaste y debilitamiento del pavimento, que afecta principalmente la parte superficial, también incide en menor medida en el resto de la estructura a lo largo de varios años. Este deterioro es provocado por diversos factores como el tráfico, las condiciones climáticas, la lluvia, entre otros. A pesar de la manifestación de deterioros menores, el pavimento continúa funcionando de manera adecuada y se presenta en un estado aparentemente bueno, sin evidentes señales de deterioro para los usuarios. En esta etapa, es factible realizar mantenimiento preventivo para extender la vida útil del pavimento (Menéndez, 2003).

Fase C: Deterioro acelerado

La fase C se distingue por un deterioro acelerado del pavimento tras muchos años de servicio, en esta etapa, la capa de rodadura y otros componentes comienzan a evidenciar signos de desgaste, aunque al principio la estructura subyacente permanece intacta y el pavimento aparenta ser sólido, con el tiempo se generan daños visibles en la superficie, afectando también la estructura básica, aunque estos últimos no son fácilmente perceptibles. Los daños inician de forma puntual, pero se propagan gradualmente,

comprometiendo la mayor parte del pavimento, esta fase es relativamente breve, ya que una vez que los daños se extienden, la degradación del pavimento ocurre rápidamente, por lo tanto, es crucial implementar medidas correctivas antes de que se produzca un deterioro más significativo (Menéndez, 2003).

Fase D: Descomposición total

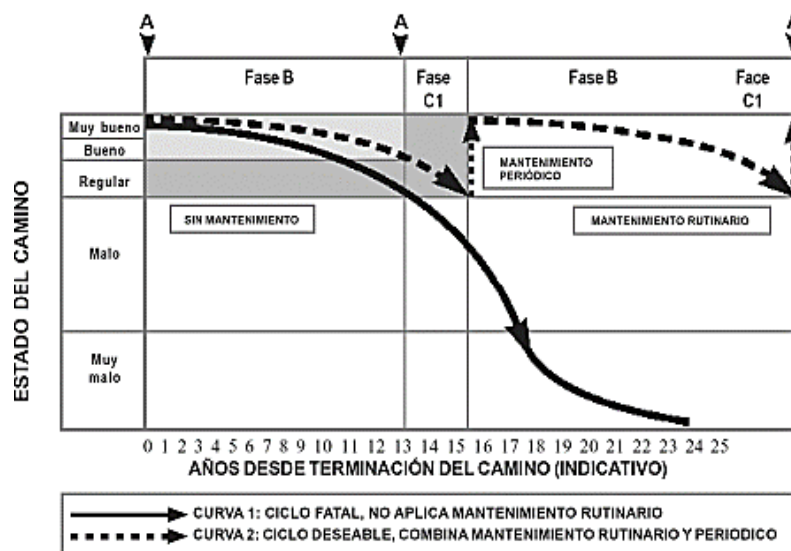
La descomposición total del pavimento es la última etapa de su existencia, durando varios años, caracterizada por un deterioro severo que dificulta el tránsito de vehículos, reduce la velocidad de circulación, causa daños a los vehículos, aumenta los costos de operación y los accidentes graves, y limita el tránsito a solo camiones y vehículos especiales, requiriendo una inversión significativa para su reconstrucción, la cual podría evitarse con un mantenimiento oportuno durante su vida útil (Menéndez, 2003).

2.2.4.2.Ciclo de vida deseable de los pavimentos

El ciclo de vida deseable de un pavimento se logra cuando se aplica un sistema de mantenimiento, que permita llegar a mantener al pavimento dentro de un rango de deterioro aceptable (Menéndez, 2003).

Figura 7

Condición del pavimento con y sin mantenimiento



Fuente: Tomado de Menéndez (2003).

Una adecuada conservación de los pavimentos se consigue mediante la implementación de un ciclo de vida óptimo, que comienza con un pavimento nuevo o rehabilitado que se encuentra en condiciones ideales, sin embargo, el uso genera un

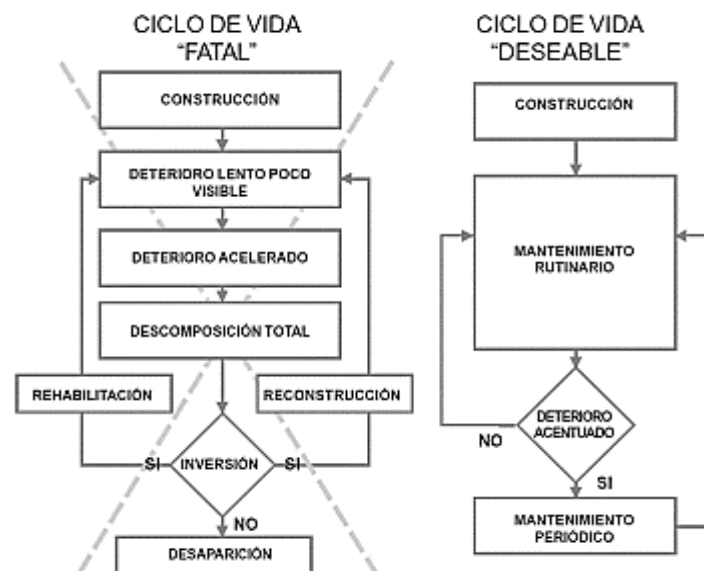
desgaste natural debido al tráfico y factores climáticos. Un sistema de mantenimiento rutinario puede frenar este desgaste, prolongando la necesidad de intervenciones periódicas y manteniendo el pavimento en buen estado por más tiempo, en comparación con aquellos que no reciben mantenimiento rutinario, lo que permite prolongar su vida útil y retrasar su deterioro (Menéndez, 2003).

Un pavimento que no recibe el mantenimiento adecuado comienza a enfrentar problemas a partir del segundo año, lo que genera diversas complicaciones en el transporte, esto incluye incrementos en los tiempos de circulación, aumento en consumo de combustible y repuestos, así como costos operativos más elevados. Además, el acceso a vehículos pesados puede verse limitado, resultando en tarifas más altas y un acceso reducido a mercados y servicios para la población.

En contraste, un pavimento con mantenimiento rutinario solo requiere trabajos de mantenimiento periódico cada cierto tiempo, evitando el deterioro total del pavimento, como se muestra en el diagrama de flujo que ilustra el proceso de deterioro sin mantenimiento versus el mantenimiento constante (Menéndez, 2003).

Figura 8

Diagrama de flujo del ciclo de la vida en los pavimentos



Fuente: Tomado de (Menéndez, 2003).

2.2.5. Tipos de evaluación del pavimento

La evaluación de pavimentos es un proceso metódico diseñado para evaluar la condición de las vías, identificando cualquier falla o daño presente con el objetivo de formular soluciones efectivas para su reparación y mantenimiento. A través de métodos y procedimientos estandarizados, se recopilan datos mediante mediciones y observaciones que permiten evaluar el estado funcional y estructural del pavimento, esto permite estimar su condición durante su vida útil y tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y rehabilitación necesarios, lo que a su vez impacta en la condición del pavimento a lo largo del tiempo (Dávila et al., 2017).

La evaluación de pavimentos incluye tres componentes fundamentales: la evaluación funcional, que examina el desempeño y la calidad del pavimento en relación con su uso; la evaluación de la capacidad estructural, que determina si el pavimento permite sostener las cargas y condiciones a las que está expuesto; y la evaluación visual, que involucra una inspección detallada para identificar fallas, desgastes y otros daños visibles en la superficie del pavimento.

A. Evaluación funcional

La evaluación funcional de un pavimento se enfoca en realizar una observación meticulosa de la superficie para detectar defectos que afectan la experiencia del usuario, estos defectos pueden incluir la rugosidad, grietas y huecos, que impactan en aspectos como la seguridad, comodidad, costos operativos y la duración del viaje. Sin embargo, esta evaluación no aborda la fortaleza estructural del pavimento para soportar cargas y resistir el tráfico, a pesar de ello, es una herramienta valiosa para identificar áreas que necesitan mantenimiento o reparación, mejorando así la experiencia del usuario.

Uno de los aspectos más valorados por los usuarios de la vía es la suavidad de la superficie, ya que influye directamente en la calidad del pavimento y en la sensación de golpes, vibraciones y amortiguación, estos factores también afectan el desgaste del vehículo, los daños a las mercancías transportadas y el uso de energía. En este contexto, la comodidad se ve principalmente influenciada por el tipo de vehículo y el perfil longitudinal de la carretera, siendo esta última característica crucial (Dávila et al., 2017).

Entre los métodos más eficaces para la evaluación funcional de un pavimento se tiene:

- Índice de Serviciabilidad Presente (Present Serviceability Index-PSI)
- Índice de Regularidad Internacional (International Roughness-IRI)

B. Evaluación estructural

La evaluación estructural se centra en analizar las áreas donde el deterioro del pavimento ha comprometido su capacidad de soportar cargas, lo que hace que cualquier tipo de mantenimiento convencional sea inapropiado, para restaurar estas secciones y asegurar su accesibilidad, es esencial determinar la capacidad estructural real del pavimento existente y verificar si el refuerzo ha sido diseñado adecuadamente. En este tipo de evaluación se utilizan tanto ensayos destructivos como no destructivos (Dávila et al., 2017).

- Ensayos Destructivos (ED)
- Ensayos No Destructivos (END)

C. Evaluación visual

Dávila et al. (2017) define al ensayo de observación periódica como un método que permite evaluar el estado de un pavimento sin la necesidad de contar con equipos especializados, este enfoque se centra en identificar el tipo de pavimento y las fallas presentes, ofreciendo una visión clara de su estado general. Entre los métodos más conocidos para llevar a cabo estas observaciones se encuentran:

- Índice de Condición del Pavimento (PCI): Este método se usa ampliamente para evaluar la condición superficial de los pavimentos mediante una inspección visual detallada, asignando un índice que varía de 0 a 100, donde un valor más alto indica una mejor condición del pavimento.
- Método VIZIR: Este método proporciona un enfoque sistemático para la evaluación y gestión de pavimentos, considerando factores como la carga del tráfico y las condiciones climáticas.
- Evaluación y Calificación Superficial del Pavimento (PASER): Esta metodología permite clasificar el estado del pavimento en diferentes categorías y es útil para priorizar las intervenciones de mantenimiento.
- Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl): Esta organización se centra en la rehabilitación de pavimentos, proporcionando guías y estándares para la evaluación y mejora de infraestructuras viales.

2.2.6. Estudio de tránsito

Tiene como finalidad conocer las características actuales del flujo vehicular, así como cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se desplazan por una determinada calle, por lo cual este estudio proporciona la información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para cada tramo vial materia de estudio (MTC, 2014).

2.2.6.1. Volumen de tránsito promedio diario

Según el manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005), define Volumen de Tránsito Promedio Diario (TPD) como el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo, de acuerdo a ello se tienen los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en vehículos por día:

- **Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):** También llamado Índice Medio Diario Anual (IMDA), representa el valor numérico de forma anual del tráfico vehicular de un determinado tramo de la red vial que representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año; el cual se obtiene del producto del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el factor de corrección estacional (FC) (MTC, 2018).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC} \dots \dots \text{Ecuación 1}$$

- **Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS):** También llamado Índice Medio Diario Semanal (IMDS), representa el promedio de vehículos medido en un periodo de 7 días (1 semana) que pasan por una sección determinada de una vía, mediante un promedio aritmético (Menéndez Acurio, 2009).

$$\text{IMDS} = \sum V_i / 7 \dots \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde, V_i representa la cantidad diaria de vehículos correspondiente a cada uno de los siete días en los que se efectúa el conteo volumétrico.

2.2.7. Metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento)

2.2.7.1. Definición del PCI

El Pavement Condition Index (PCI) es un método estandarizado que evalúa el estado del pavimento mediante una escala numérica de 0 a 100, donde 0 indica la peor condición y 100 la mejor. Se aplica tanto a pavimentos rígidos como flexibles y a distintas

categorías de vías, evaluando fallas en la superficie del pavimento según su clase, severidad y cantidad (ASTM D6433-03, 2003).

Tabla 3

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: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

2.2.7.2. Significado y uso del método del PCI

El PCI es una herramienta crucial para examinar el estado superficial de un pavimento, este índice asigna una calificación numérica que refleja las condiciones del pavimento, teniendo en cuenta varios factores como las fallas superficiales, la integridad estructural y las condiciones operativas del pavimento. Al analizar los resultados del PCI, los ingenieros pueden identificar las técnicas de mantenimiento y rehabilitación más adecuadas para cada caso específico de pavimento, asegurando que se mantenga su funcionalidad y seguridad a largo plazo (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3. Tipos de fallas en pavimentos rígidos

Los tipos de fallas según Vásquez Varela (2002), son las siguientes:

1. Blowup-buckling.
2. Grieta de esquina.
3. Losa dividida.
4. Grieta de durabilidad “D”.
5. Escala.
6. Daño del sello de la junta.
7. Desnivel carril/berma.
8. Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales).

9. Parches grande (mayor de 0.45m²) y acometidas de servicio públicos.
10. Parche pequeño (menor de 0.45m²).
11. Pulimentos de agregados.
12. Popouts.
13. Bombeo.
14. Punzonamiento.
15. Cruce de vía férrea.
16. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.
17. Grietas de retracción.
18. Descascaramiento de esquina.
19. Descascaramiento de junta.

2.2.7.3.1. Blowup - buckling (CD 21)

❖ Descripción

En climas cálidos, es común que se produzcan levantamientos o pandeos en las losas de concreto, especialmente en fisuras transversales o juntas que no tienen un ancho suficiente para acomodar la expansión del material, esto suele ocurrir cuando materiales incompresibles se infiltran en las juntas, impidiendo que se libere la presión generada por la dilatación. Como resultado, puede ocurrir un levantamiento localizado de los bordes de las losas o incluso fracturas en el concreto alrededor de las juntas, estos problemas pueden ser el resultado de diversas tensiones en el pavimento, exacerbadas por factores como el tráfico y las condiciones climáticas. Además, situaciones similares pueden surgir en áreas donde se han realizado excavaciones, como en zanjas para la instalación de servicios básicos o en sumideros de desagüe (ASTM D6433-03, 2003).

❖ Niveles de severidad

➤ L: Baja severidad

En casos donde el pandeo o la ruptura del concreto son de poca intensidad, pueden generar una disminución moderada en la calidad del tránsito (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 9

Blowup/buckling de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ Opción de reparación

Según Vásquez Varela, (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

- Parcheo profundo o parcial.

➤ **M: Severidad media**

Cuando el levantamiento o la ruptura del concreto alcanzan un nivel de gravedad crítico, pueden provocar una degradación extrema en la calidad del tránsito, haciendo peligrosa la circulación de vehículos (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 10

Blowup/buckling de media severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo.
- Reemplazo de la losa.

➤ **H: Alta severidad**

Cuando el levantamiento o la ruptura del concreto alcanzan un nivel de gravedad crítico, pueden provocar una degradación extrema en la calidad del tránsito, haciendo peligrosa la circulación de vehículos (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 11

Blowup/buckling de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- Parcheo profundo
- Reemplazo de la losa

❖ **Medición**

Cuando se observa un pandeo en una fisura, se toma como un problema en una sola losa, sin embargo, si el pandeo se provoca en una junta y perjudica a dos losas adyacentes, es indispensable documentar el daño en ambas losas. Si el pandeo provoca que el pavimento se vuelva intransitable, es crucial llevar a cabo reparaciones de inmediato para garantizar la seguridad de los usuarios y la funcionalidad de la vía (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.2. **Grieta de esquina (CD 22)**

❖ **Descripción**

Se entiende por fisura de esquina aquella grieta que cruza las juntas de una losa a una distancia igual o menor a la mitad de su longitud en ambos lados desde la esquina, por ejemplo, en una losa de dimensiones 3.5 x 6.0 m, si una fisura está a 1.5 m de un lado y a 3.5 m del otro, no se considerará una fisura de esquina, sino una fisura diagonal. Sin embargo, si la fisura interseca la junta a 0.5 m de un lado y a 2.5 m del otro, se clasifica como fisura de esquina.

La diferencia principal entre una fisura de esquina y un descascaramiento de esquina radica en su forma de extensión: la fisura se presenta verticalmente a lo largo del espesor de la losa, por otro lado, el descascaramiento interseca la junta en un ángulo específico. Estas fisuras de esquina suelen surgir debido a la combinación de cargas repetidas, pérdida de soporte y esfuerzos de flexión en el pavimento (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

Una fractura se describe como una fisura de baja severidad, caracterizada por un ancho inferior a 13 mm (1/2 pulgada) o por haber sido reparada de manera efectiva, sin evidencia de daños adicionales. Además, el área entre la fractura y las juntas no presenta fisuras significativas; si las hay, son mínimas y no comprometen la integridad estructural del pavimento (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 12

Grieta de esquina de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.
- Sellado de grietas de más de 3 mm

➤ **M: Severidad media**

Se considera fractura a una fisura de mediana gravedad, o cuando la zona entre la fractura y las juntas presenta fisuras de mediana gravedad. Una fisura de mediana gravedad se caracteriza por: un ancho superior a 13mm e inferior a 50mm sin relleno, un ancho inferior a 50mm con deterioro menor a 10mm sin relleno, o cualquier fisura con relleno y con deterioro asociado (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 13

Grieta de esquina de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Sellado de grietas
- Parcheo profundo

➤ **H: Alta severidad**

Se considera fractura a una fisura de alta gravedad, o cuando la zona entre la fractura y las juntas presenta fisuración severa. Una fisura de alta gravedad se caracteriza por: un ancho superior a 50mm sin relleno, o cualquier fisura con o sin relleno que presente deterioro superior a 10mm (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 14

Grieta de esquina de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo

❖ **Medición**

Se clasifica como losa dañada si: solo tiene una grieta de esquina, más de una grieta de una severidad particular y si contiene dos o más grietas de severidad diferentes (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.3. Losa dividida (CD 23)

❖ **Descripción**

Debido a sobrecarga o soporte inadecuado, la losa se divide en cuatro o más pedazos por grietas. El daño se clasifica como una grieta de esquina severa si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

Tabla 4

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 más
L	L	L	M
M	M	M	H
H	M	M	H

Fuente: Datos tomados de Vásquez Varela (2002).

La tabla muestra cómo se evalúa el estado de una losa agrietada en función de la severidad de las grietas y el número de pedazos en la losa. Si la mayoría de las grietas son leves, la losa se considera en buen estado si tiene de 4 a 8 pedazos, pero si tiene 8 o más pedazos, se considera moderada. Si las grietas son moderadas, la losa se clasifica como moderada con hasta 8 pedazos y alta si tiene 8 o más, para grietas severas, la losa se clasifica como moderada con hasta 8 pedazos y alta con más de 8 pedazos.

Figura 15

Losa dividida de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 16

Losa dividida de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 17

Losa dividida de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

❖ Medición

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

➤ **L: Baja severidad**

- No se hace nada
- Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm

➤ **M: Severidad media**

- Reemplazo de la losa

➤ **H: Alta severidad**

- Reemplazo de la losa

2.2.7.3.4. Grieta de durabilidad “D” (CD 24)

❖ **Descripción**

Las fisuras tipo 'D' son producidas por la expansión del agua en el agregado grueso durante los ciclos de congelamiento y deshielo, lo que lleva a un deterioro progresivo del concreto, estas fisuras suelen presentarse en patrones paralelos, cercanos a juntas o fisuras ya existentes. En áreas afectadas, es común observar depósitos oscuros alrededor de las fisuras finas 'D', resultado de la saturación del concreto, si no se aborda este problema, puede resultar en la desintegración completa de la losa (ASTM D6433-03, 2003).

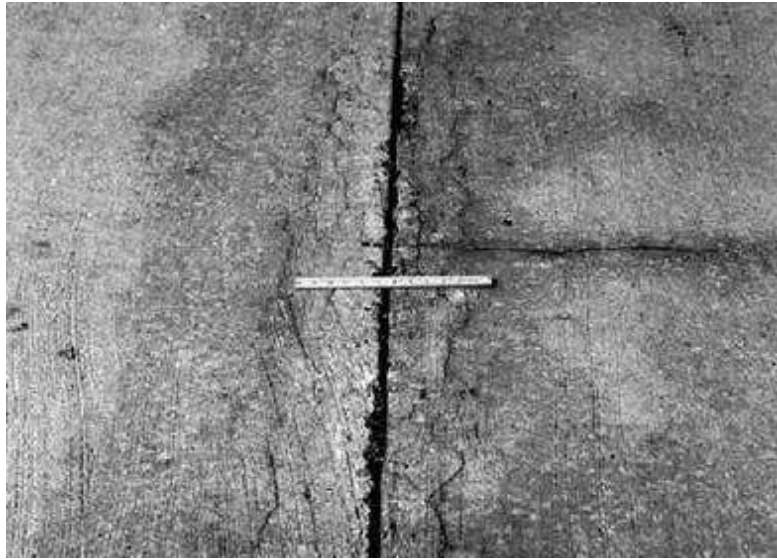
❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

Cuando la superficie de la losa presenta fisuras tipo 'D' en una proporción menor al 15%, generalmente se observa que la mayoría de las grietas están cerradas, sin embargo, pueden existir algunas zonas donde el concreto se encuentra flojo o ha empezado a desconcharse (ASTM D6433-03, 2003) .

Figura 18

Grietas de durabilidad de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada

➤ **M: Severidad media**

1. Fisuras "D" menores al 15% del área

Las fisuras tipo 'D' afectan menos del 15% del área total de la losa, pero la mayoría de las piezas de concreto en esas áreas están sueltas o han comenzado a desprenderse (ASTM D6433-03, 2003).

2. Fisuras "D" mayores al 15% del área

Las fisuras tipo 'D' afectan más del 15% de la superficie total de la losa, aunque la mayoría de estas fisuras están cerradas, algunas secciones de concreto pueden estar sueltas o presentar signos de desconchamiento (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 19

Grieta de durabilidad de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo
- Reconstrucción de juntas

➤ **H: Alta severidad**

Las fisuras tipo 'D' afectan más del 15% del área total de la losa y han avanzado a un punto crítico, donde la mayoría de las piezas de concreto ya se han desprendido o pueden ser removidas con facilidad, indicando un deterioro significativo (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 20

Grieta de durabilidad de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo
- Reconstrucción de juntas
- Reemplazo de la losa

❖ **Medición**

Al evaluar una falla localizada en una losa y determinar su severidad, se considera como una sola falla, en situaciones donde hay múltiples severidades presentes en la misma losa, se toma únicamente el nivel más crítico. Por ejemplo, si una losa presenta fisuras tipo 'D' con niveles de baja y mediana severidad, se documenta solo como una fisura de mediana severidad, que es el nivel más alto (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.5. Escala (CD 25)

❖ **Descripción**

Según la normativa ASTM D6433-03 (2003) el escalonamiento ocurre cuando hay una diferencia de nivel entre dos partes de una losa, separadas por una junta, esto puede deberse a:

- Asentamiento de la fundación debido a suavidad o inestabilidad.
- Extracción de material debajo de la losa por bombeo o erosión.
- Alabeo de los bordes de la losa causado por fluctuaciones en la temperatura y la humedad.

❖ **Niveles de severidad**

Los niveles de severidad se muestran en la tabla.

Tabla 5

Niveles de severidad para escala

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

Fuente: Datos tomados de Vásquez Varela (2002).

❖ **Medición**

Cuando se cuenta el número de losas afectadas por desniveles, se considera cada desnivel como una losa, solo se incluyen las losas que presentan desniveles. Los desniveles que se producen a lo largo de una fisura no se cuentan como fallas independientes, pero se consideran para determinar el nivel de severidad de la fisura correspondiente (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 21

Escala de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opciones de reparación para baja severidad**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- No se hace nada
- Fresado

Figura 22

Escala de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opciones de reparación para severidad media**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Fresado

Figura 23

Escala de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opciones de reparación para alta severidad**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Fresado

2.2.7.3.6. Daño del sello de la junta (CD 26)

❖ **Descripción**

Según el ASTM D6433-03 (2003) el deterioro en el sello de las juntas ocurre cuando se permite que se acumulen materiales extraños o que el agua se infiltre en las juntas, lo cual puede dar lugar a problemas como la fragmentación, levantamiento o descascaramiento de las losas. Un sellador flexible y bien fijado es esencial para prevenir estas complicaciones al evitar el almacenamiento de materiales y la entrada de agua. Entre los daños más comunes que pueden presentarse en los sellos de junta se encuentran:

- Separación o despegue del sellante.
- Esgurrimiento del sellante.
- Aumento de flora o brotes vegetales en la junta.
- Rigidez del material de relleno por oxidación.
- Deficiencia de adhesión en los límites de la losa.
- Carencia de sellador en la junta.

❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

El estado del sellante de la junta se considera bueno cuando solo presenta daños menores y muestra un rendimiento general satisfactorio, la severidad del daño es clasificada como baja si, en algunas juntas, el sellante muestra una ligera pérdida de agarre, pero aún mantiene conexión con los bordes. Esta condición se puede verificar si se puede introducir una hoja de cuchillo entre el sellante y la cara de la junta sin encontrar resistencia, esto indica que el sellante aún cumple su función, a pesar de las pequeñas fallas presentes (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 24

Daño del sello de junta de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

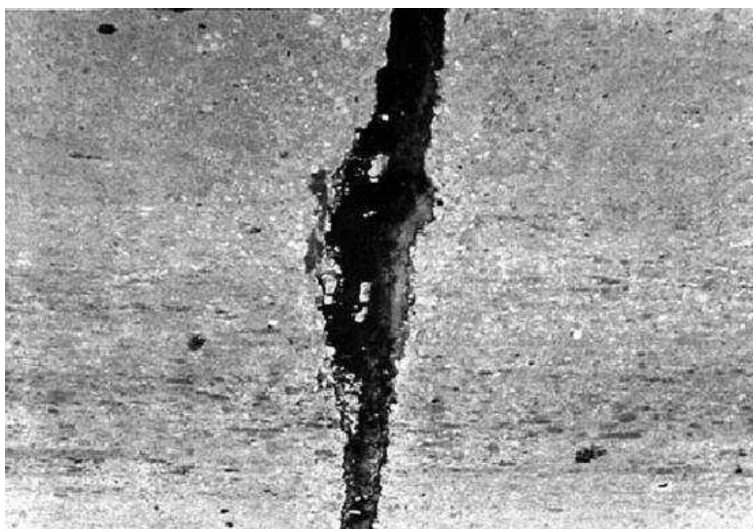
- No se hace nada

➤ **M: Severidad media**

Condición regular y el sellante debe ser cambiado en 2 años.(ASTM D6433-03, 2003)

Figura 25

Daño del sello de junta de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Resellado de juntas.

➤ **H: Alta severidad**

Si el sellante de junta está en mal estado en toda la sección, con daños moderados presentes, es imprescindible reemplazarlo urgentemente. La severidad del daño es alta si más del 10% del sellante de la junta necesita ser reemplazado o si se ha desprendido más del 10% del sellante (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 26

Daño del sello de junta de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Resellado de juntas.

❖ **Medición**

Los daños en el sello de las juntas no se evalúan individualmente por losa, sino que se califican según su condición general dentro del área total examinada (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.7. Desnivel carril/berma (CD 27)

❖ Descripción

El desnivel entre el carril y la berma se refiere a la variación en la altura entre el borde del pavimento y la berma adyacente, este fenómeno puede ser consecuencia de diferentes factores, como el asentamiento del terreno o la erosión causada por el agua. La existencia de esta diferencia de altura puede representar un riesgo significativo para la seguridad vial, ya que puede dificultar el desplazamiento de vehículos y, en ciertos casos, provocar accidentes, además, el desnivel puede favorecer la infiltración de agua en la subrasante, lo que puede adicionar problemas (ASTM D6433-03, 2003).

❖ Niveles de severidad

➤ L: Baja severidad

Según el ASTM D6433-03 (2003) el desnivel entre el límite del pavimento y la berma es mayor a 25mm y menor o igual a 50mm (superior a 1 pulgada e inferior o igual 2 pulgadas).

Figura 27

Desnivel carril / berma de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ Opción de reparación

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

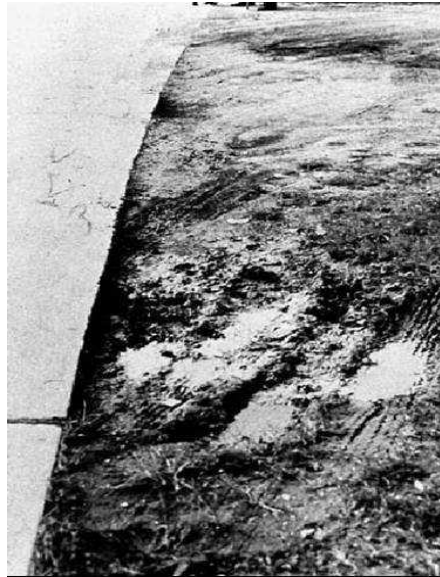
- Reajuste y relleno de las franjas laterales para equipararlas con la cota del carril.

➤ M: Severidad media

Según el PCI (2003) el desnivel es >50 y ≤ 100 mm (>2 y ≤ 4 pulgadas).

Figura 28

Desnivel carril / berma de media severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Reajuste y relleno de bermas para alcanzar con la altitud del carril.

➤ **H: Alta severidad**

Según el ASTM D6433-03 (2003) la diferencia en elevación es $>100\text{mm}$.

Figura 29

Desnivel carril / berma de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Reajuste y relleno de bermas para alcanzar con la altitud del carril.

❖ **Medición**

Para determinar el valor medio del desnivel carril-berma, se promedian los valores de desnivel máximo y mínimo encontrados en cada losa, luego cada losa se evalúa y contabiliza por separado, asignándosele un nivel de severidad acorde a su condición particular (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.8. Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales) (CD 28)

❖ **Descripción**

Las fisuras que dividen la losa en dos o tres partes generalmente se producen debido a una combinación de factores como el tráfico constante, la deformación provocada por cambios de temperatura y la acumulación de agua, estas grietas pueden comprometer la integridad de la losa, ya que su aparición indica un deterioro significativo. En cambio, las losas que se fracturan en cuatro o más segmentos se clasifican como losas divididas, lo que sugiere un daño aún más severo, además, las grietas finas y cortas que no atraviesan completamente la losa son consideradas fisuras por contracción, lo que implica que son menos graves en comparación con las fisuras que dividen la losa en partes más grandes (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad para losas sin refuerzo**

➤ **L: Baja severidad**

Según el ASTM D6433-03 (2003) las fisuras sin tratamiento de ancho menor o igual a 13 mm (1/2 pulgada) o fisuras selladas con material de relleno en buen estado, sin importar el ancho, no presentan desniveles, refuerzo: $3\text{mm} < a < 25\text{mm}$.

Figura 30

Grietas lineales de baja severidad en losa de concreto simple



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **M: Severidad media**

Se cumplen las siguientes condiciones: fisuras no tratadas con anchos entre 13 mm y 50 mm ($>1/2$ y ≤ 2 pulgadas); fisuras no tratadas de cualquier ancho menor o igual a 50 mm (2 pulgadas) con diferencias de nivel menores a 10 mm ($3/8$ pulgada); o fisuras selladas con material de relleno y diferencias de nivel menores a 10 mm ($3/8$ pulgada), sin importar el ancho (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 31

Grietas lineales de severidad media en losa de concreto reforzado



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **H: Alta severidad**

Cuando se cumple una de las siguientes condiciones: fisuras sin relleno de ancho >50mm (2 pulgadas); o fisuras con o sin relleno de cualquier ancho con algún desnivel >10mm (3/8 pulgada) (ASTM D6433-03, 2003) .

Figura 32

Grietas lineales de alta severidad en losa de concreto simple



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

❖ **Niveles de severidad para losas con refuerzo**

➤ **L: Baja severidad**

Fisuras sin tratamiento de ancho entre 3 y 25 mm (entre 1/8 y 1 pulgada), así como fisuras selladas con material de relleno en buen estado, sin desniveles apreciables (ASTM D6433-03, 2003).

➤ **M: Severidad media**

Se cumplen las siguientes condiciones: fisuras sin tratamiento con un ancho de 25 a 75 mm (1 a 3 pulgadas) y sin diferencias de nivel; fisuras sin tratamiento de cualquier ancho menor o igual a 75 mm (3 pulgadas) con desniveles menores o iguales a 10 mm (3/8 pulgada); o fisuras selladas con cualquier ancho y desniveles mayores a 10 mm (3/8 pulgada) (ASTM D6433-03, 2003).

➤ **H: Alta severidad**

Se cumplen las siguientes condiciones severas: fisuras sin relleno con un ancho mayor a 75 mm (3 pulgadas); o fisuras con o sin relleno de cualquier ancho con diferencias de nivel superiores a 10 mm (3/8 pulgada) (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Medición**

Al evaluar la gravedad de una fisura, se toma como una falla en la losa correspondiente, si se encuentran dos fisuras de severidad moderada en una misma losa, se contabilizan como una sola fisura de alta severidad, cuando las losas se fragmentan en cuatro o más secciones, se clasifican como losas divididas. En el caso de las losas reforzadas, las fisuras que tienen un ancho menor a 3 mm (1/8 de pulgada) son consideradas fisuras por contracción.

Además, las losas que superan los 9 metros (29.5 pies) de longitud se dividen en losas virtuales, estableciendo juntas virtuales que se encuentran en óptimas condiciones (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

➤ **L: Baja severidad**

- No se hace nada.
- Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm.

➤ **M: Severidad media**

- Sellado de grietas.

➤ **H: Alta severidad**

- Sellado de grietas.
- Parcheo profundo.
- Reemplazo de la losa.

2.2.7.3.9. Parche grande (mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos (CD29)

❖ **Descripción**

Un parche se define como una sección del pavimento en la que el material original ha sido extraído y reemplazado con un fresco material de relleno, un tipo específico de parche es el corte utilitario, que se realiza para contribuir la instalación o el mantenimiento de servicios públicos subterráneos. La evaluación de la gravedad de un corte utilitario se lleva a cabo utilizando los mismos criterios que se aplican a los parches de un tamaño grande (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad losas sin refuerzo**

➤ **L: Baja severidad**

Según el (ASTM D6433-03, 2003) esta falla se da cuando el parche funciona bien, con poco o ningún deterioro.

Figura 33

Parche grande y acometidas de servicios públicos de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

➤ **M: Severidad media**

Se considera que un parche está en un estado de deterioro moderado cuando presenta un desgaste notable o hay descascaramiento significativo en los bordes, o se observa ambos fenómenos. Además, se requiere un esfuerzo considerable para remover el parche (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 34

Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

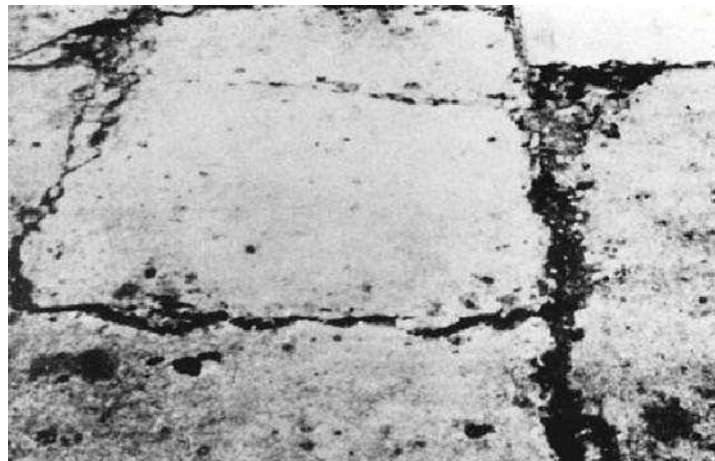
- Sellado de grietas
- Reemplazo del parche

➤ **H: Alta severidad**

Se considera que un parche está en un estado de deterioro severo cuando su condición es extremadamente deficiente, lo que hace necesario su reemplazo inmediato (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 35

Parche grande y acometidas de servicios públicos de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Reemplazo del parche

❖ **Medición**

Una losa que presenta uno o varios parches con la severidad se toma como una losa con esa falla específica. En el caso de que una losa muestre diferentes niveles de deterioro, se evalúa de acuerdo con el nivel de severidad más alto respecto a ésta (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.10. Parche pequeño (menor de 0.45 m²) (CD 30)

❖ **Descripción**

Un parche es una zona del pavimento en la que se ha eliminado el material existente y se ha reemplazado con material de relleno fresco (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

Según el ASTM D6433-03 (2003) esta falla se da cuando el parche se encuentra en buen estado, con mínimo o ningún desgaste.

Figura 36

Parche pequeño de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

➤ **M: Severidad media**

Cuando el parche se encuentra en un estado de deterioro intermedio, necesitando un esfuerzo considerable para ser removido (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 37

Parche pequeño de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

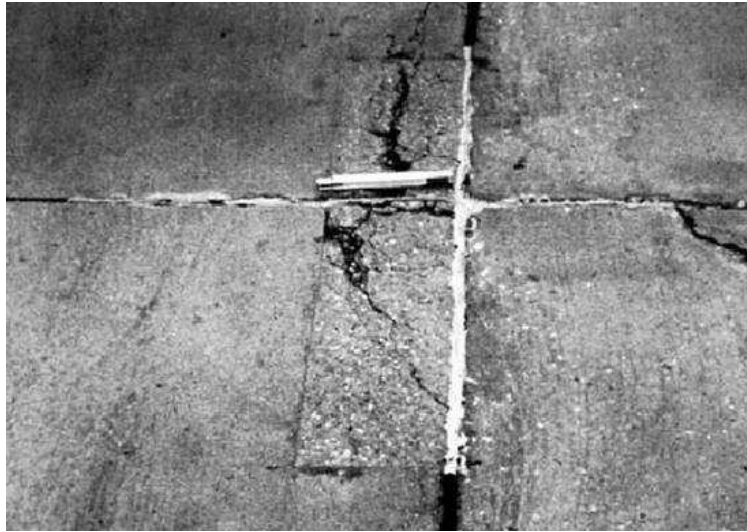
- No se hace nada.
- Reemplazo del parche.

➤ **H: Alta severidad**

Cuando el parche presenta un deterioro extremadamente avanzado, lo que justifica y requiere su reemplazo total (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 38

Parche pequeño de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Reemplazo del parche.

❖ **Medición**

Si una losa tiene uno o varios parches con el mismo grado de deterioro, se clasifica como una losa con esa falla específica. Si una losa muestra múltiples grados de deterioro, se evalúa según el nivel de severidad más crítico que presenta (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.11. Pulimento de agregados (CD31)

❖ **Descripción**

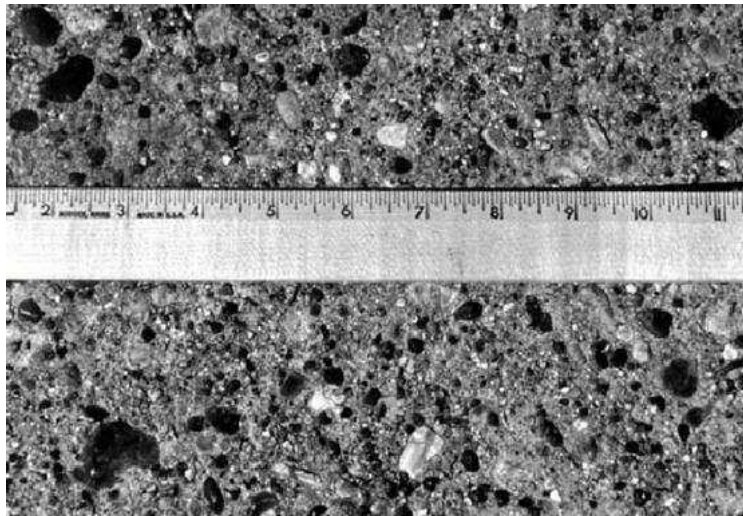
La causa de dicha falla viene a ser el tráfico constante, el agregado pulido se detecta cuando un examen exhaustivo del pavimento revela que la superficie carece de partículas de agregado ásperas o angulares que proporcionen tracción, o que la cantidad de agregado es extremadamente baja (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

Aunque no existen niveles de severidad específicos, es necesario que el nivel de pulido sea claramente perceptible para que se considere una falla y se incluya en la inspección (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 39

Pulimento de agregados



Fuente: Extraído de (ASTM D6433-03, 2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

➤ **L: Baja severidad**

➤ **M: Severidad media**

➤ **H: Alta severidad**

- Ranurado de la superficie.
- Sobrecarpeta.

❖ **Medición**

El agregado pulido en una losa, se cuenta como una losa (ASTM D6433-03, 2003)

2.2.7.3.12. Popouts (CD 32)

❖ **Descripción**

Se define como una pequeña sección del pavimento que se fractura y se desprende de la superficie, principalmente debido a los ciclos repetidos de congelamiento y deshielo, junto con la expansión de ciertos agregados. Por lo general, los popouts tienen diámetros que van de 25 a 100 mm (1 a 4 pulgadas) y profundidades que oscilan entre 13 y 50 mm (1/2 a 2 pulgadas) (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

Si bien no se establecen grados de severidad específicos para los popouts, su impacto en la superficie del pavimento debe ser lo suficientemente notable para que se les considere una falla. La densidad mínima de popouts para ser considerada como falla

es de aproximadamente 3 popouts por metro cuadrado en el área total de una losa (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 40

Popout



Fuente: Extraído de (ASTM D6433-03, 2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- No se hace nada

❖ **Medición**

Según la normativa ASTM D6433-03 (2003), es fundamental evaluar la densidad de los popouts en el pavimento, si hay dudas sobre si la cantidad promedio supera los 3 popouts por metro cuadrado, se debe seleccionar aleatoriamente tres áreas de 1 m² para llevar a cabo una verificación, si el promedio de popouts en estas áreas es mayor a 3/m², la losa se considerará afectada.

2.2.7.3.13. Bombeo (CD 33)

❖ **Descripción**

El bombeo se produce cuando el material de la fundación de una losa es expulsado a través de juntas o grietas debido a la flexión de la losa bajo la carga del tráfico, este fenómeno ocurre cuando una carga cruza la junta entre las losas, empujando agua por debajo de la losa delantera y luego forzándola de vuelta debajo de la losa trasera. Este proceso puede erosionar y eliminar partículas del suelo, lo que resulta en una disminución progresiva de la estructura del pavimento.

Es identificable por la aparición de manchas en la capa de rodadura y la presencia de material de base o subrasante al lado de las juntas o grietas, cuando se observa bombeo alrededor de las juntas, esto indica una mala selladura y una pérdida de soporte, lo que, con el tiempo, puede llevar a la formación de fisuras bajo cargas repetidas. Además, el bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa, lo que contribuye a una mayor pérdida de soporte (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

Según la normativa del ASTM D6433-03 (2003) no existen grados de severidad definidos para este tipo de falla, simplemente se indica si hay o no bombeo presente.

Figura 41

Bombeo



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Sellado de juntas y grietas.
- Restauración de la transferencia de cargas.

❖ **Medición**

Cuando se detecta bombeo en una junta entre dos losas, se cuenta como dos losas afectadas, sin embargo, si las demás juntas que rodean la losa también muestran signos de bombeo, se suma una losa adicional por cada junta con bombeo (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.14. Punzonamiento (CD 34)

❖ Descripción

El punzonamiento es una falla que se caracteriza por un área localizada de la losa que se ha fracturado en piezas, generalmente delimitada por una junta y una fisura, o dos fisuras cercanas, con una distancia entre ellas menor a 1.5 metros (5 pies). Esta falla es causada por la repetición de cargas pesadas, un espesor inadecuado de la losa, pérdida de soporte en la fundación o deficiencias en la colocación del concreto, como cangrejas (ASTM D6433-03, 2003).

❖ Niveles de severidad

Tabla 6

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 Varela (2002).

Figura 42

Punzonamiento de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ Opción de reparación

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- No se hace nada
- Sellado de grietas:

Figura 43

Punzonamiento de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

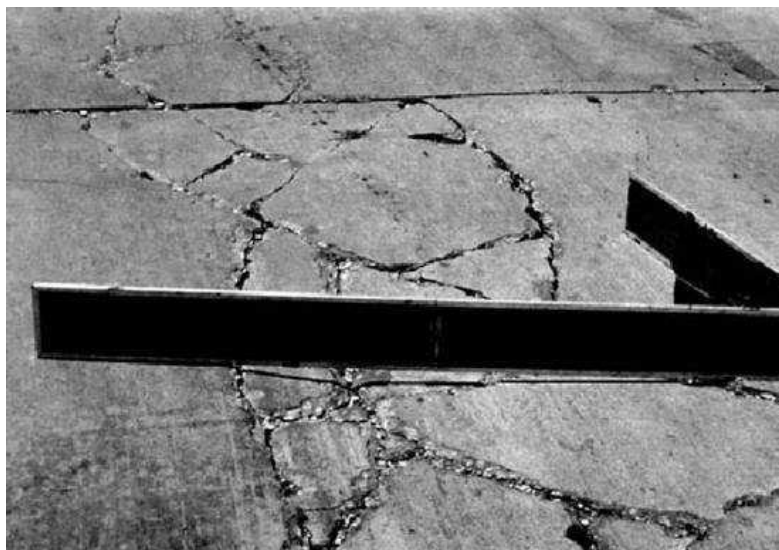
➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo

Figura 44

Punzonamiento de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo

❖ **Medición**

Una losa que contiene más de un área de punzonamiento o una combinación de punzonamiento y fisura se clasifica como una losa en estado de fragmentación (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.15. Cruce de vía férrea (CD 35)

❖ **Descripción**

Los daños causados por cruces de vía férrea se identifican por la presencia de depresiones o protuberancias en el área circundante a los rieles (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

La normativa ASTM D6433-03 (2003) afirma que se da este nivel de severidad cuando el cruce de vía férrea causa una disminución leve en la circulación vehicular.

Figura 45

Cruce de vía férrea de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

➤ **M: Severidad media**

Según la normativa ASTM D6433-03 (2003) dice que la severidad en la calidad de tránsito que se presenta al cruzar una vía férrea se clasifica como de severidad media.

Figura 46

Cruce de vía férrea de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial de la aproximación.
- Reconstrucción del cruce.

➤ **H: Alta severidad**

Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de alta severidad (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 47

Cruce de vía férrea de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial de la aproximación.
- Reconstrucción del cruce

❖ **Medición**

Se cuenta el número de losas que atraviesa la vía férrea, cualquier protuberancia significativa causada por los rieles debe ser incluida en el recuento del cruce (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.16. Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado (CD 36)

❖ **Descripción**

Un mapa de fisuras o craquelado se define por una red de grietas superficiales que son delgadas, similares al grosor de un cabello, y que afectan únicamente la capa superior del concreto, estas fisuras suelen cruzarse formando ángulos de aproximadamente 120 grados. Comúnmente, este fenómeno es provocado por un manejo excesivo durante el proceso de acabado del concreto, lo que puede llevar al descascamiento. Este último se refiere a la fractura de la losa a fondos que oscilan entre 6 y 13 mm.

El descascaramiento también puede ser desencadenado por otros factores, como el uso de sales descongelantes, errores en el proceso constructivo, ciclos de congelamiento y descongelamiento, así como la utilización de agregados de baja calidad. Es crucial mencionar que el descascaramiento mencionado aquí no está relacionado con las fisuras tipo "D", en caso de que el descascaramiento sea resultado de fisuras tipo "D", debe ser clasificado exclusivamente bajo esa categoría para un análisis adecuado de las fallas del pavimento (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

➤ **L: Baja severidad**

Mapa de fisuras o craquelado extenso en la mayoría del área de la losa, pero la superficie se mantiene en buen estado con solo algunos descascaramientos menores (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 48

Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

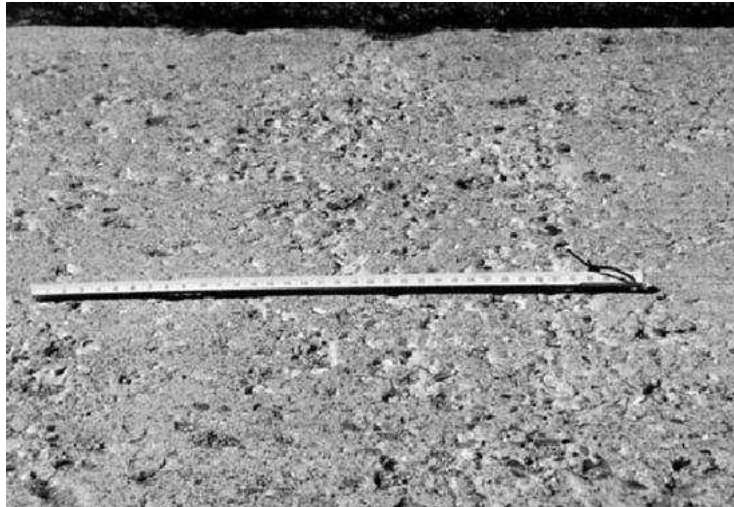
Según Vásquez Varela (2002) la opción de reparación es no se hace nada.

➤ **M: Severidad media**

Cuando la superficie de la losa está descascarada en un área menor al 15% del total (ASTM D6433-03, 2003).

Figura 49

Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.
- Reemplazo de la losa.

➤ **H: Alta severidad**

Según el ASTM D6433-03 (2003) se da cuando la parte superior de la losa está descascarada en una zona mayor al 15% del total.

Figura 50

Desconchamiento/mapa de grietas/craquelado de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo profundo o parcial.
- Reemplazo de la losa.
- Sobrecarpeta

❖ **Medición**

Una losa con descascaramiento se cuenta como una sola unidad, el craquelado de baja severidad solo se considera relevante si hay un riesgo inminente de descascaramiento o si ya se han desprendido algunas pequeñas piezas (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.17. Grietas de retracción (CD 37)

❖ **Descripción**

Las fisuras de contracción son grietas delgadas, parecidas al grosor de un cabello, que generalmente son cortas, con longitudes menores a 2 metros, y no atraviesan la losa en su totalidad, este tipo de fisuras se origina durante el proceso de colocación y endurecimiento del concreto. Aunque son comunes en pavimentos, estas grietas no suelen extenderse a través de todo el espesor de la losa, lo que significa que, en términos estructurales, tienden a ser menos preocupantes que otros tipos de fisuras que pueden comprometer la integridad del pavimento (ASTM D6433-03, 2003).

❖ **Niveles de severidad**

De acuerdo con la normativa ASTM D6433-03 (2003), no se establecen niveles de severidad específicos para las fisuras de contracción.

❖ **Medición**

La presencia de una o más fisuras de contracción en una losa determinada implica que se clasifique como una losa con fisuras de contracción, sin considerar la cantidad o tamaño de las fisuras (ASTM D6433-03, 2003).

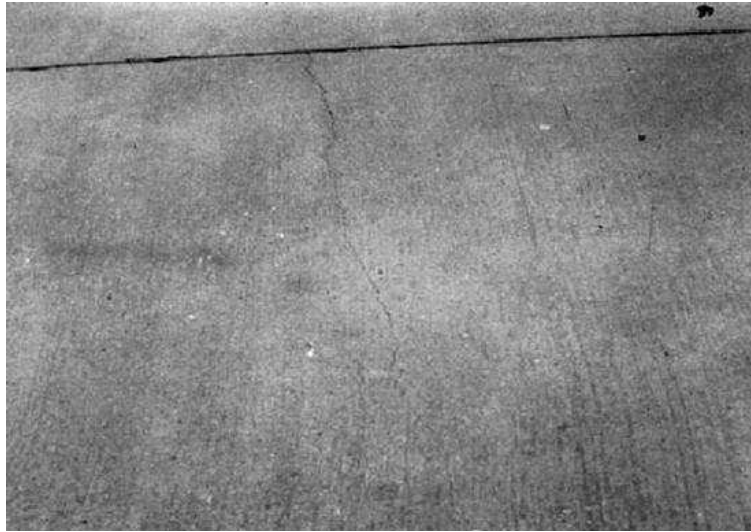
❖ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

Figura 51

Grietas de contracción



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

2.2.7.3.18. Descascaramiento de esquina (CD 38)

❖ Descripción

El descascaramiento de esquina se define como una fractura en la losa que ocurre aproximadamente a 0.5 metros de la esquina, se diferencia de una fractura de esquina en que el descascaramiento se extiende en un ángulo determinado hasta cruzar la junta, mientras que la fractura de esquina se desarrolla verticalmente a través de la esquina de la losa. Es importante mencionar que no se deben considerar los descascaramientos que se encuentran a menos de 130 mm de distancia desde la esquina hasta la fisura en ambos lados (ASTM D6433-03, 2003).

❖ Niveles de severidad

Tabla 7

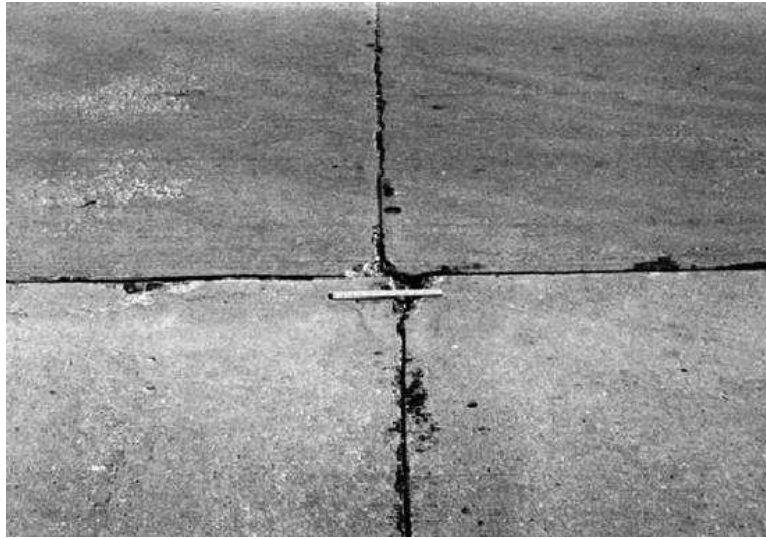
Niveles de severidad para descascaramiento de esquina

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

Fuente: Vásquez Varela (2002).

Figura 52

Descascaramiento de esquina de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada.

➤ **M: Severidad media**

Figura 53

Descascaramiento de esquina de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

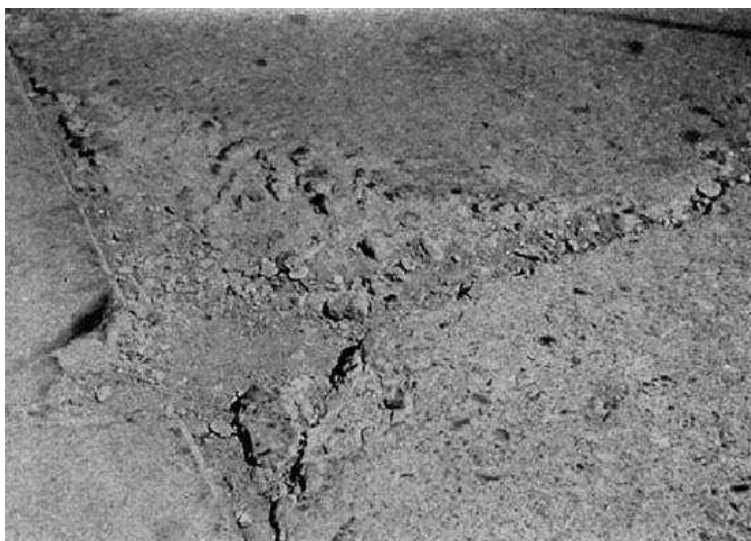
➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial.
- **H: Alta severidad**

Figura 54

Descascaramiento de esquina de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial.

❖ **Medición**

Si en una misma losa se producen uno o varios descascaramientos de esquina con similar nivel de gravedad, se considera como una sola losa con descascaramiento de esquina. Sin embargo, si en la misma losa coexisten diferentes niveles de severidad, se clasifica según el nivel más alto de gravedad presente (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.3.19. Descascaramiento de junta (CD 39)

❖ **Descripción**

La normativa ASTM D6433-03 (2003) se refiere a la fractura que ocurre en los bordes de la losa, aproximadamente a 0.5 metros de la esquina, a diferencia de otras fisuras, esta fractura no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que cruza la junta en un ángulo determinado, los factores que pueden contribuir al descascaramiento

de junta incluyen:

- Esfuerzos excesivos en la junta: Estos pueden ser provocados por cargas de tráfico o la infiltración de materiales incompresibles en la junta.
- Concreto débil en la junta: Esto puede resultar de un manejo excesivo durante el proceso de acabado del concreto.
- Almacenamiento de agua en la junta: El proceso de ciclos de congelamiento y deshielo también puede causar este tipo de daño

❖ **Niveles de severidad**

Tabla 8

Niveles de severidad para descascaramiento de junta

Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	> 0.6 m
Duros: En esta categoría, los fragmentos no pueden removerse fácilmente; sin embargo, puede haber algunos fragmentos que falten.	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Sueltos: Los fragmentos en esta categoría pueden ser removidos con relativa facilidad y es posible que falten algunos de ellos. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, se considera que el descascaramiento es superficial, es decir, menos de 25.0 mm.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	L	M
Desaparecidos: En este caso, la mayoría o todos los fragmentos han sido removidos, indicando un deterioro más significativo en la superficie del pavimento.	< 102 mm	L	M
	> 102 mm	M	H

Fuente: Vásquez Varela (2002).

➤ **L: Baja severidad**

Figura 55

Descascaramiento de junta de baja severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las actividades de conservación para esta severidad son:

- No se hace nada

➤ **M: Severidad media**

Figura 56

Descascaramiento de junta de severidad media



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

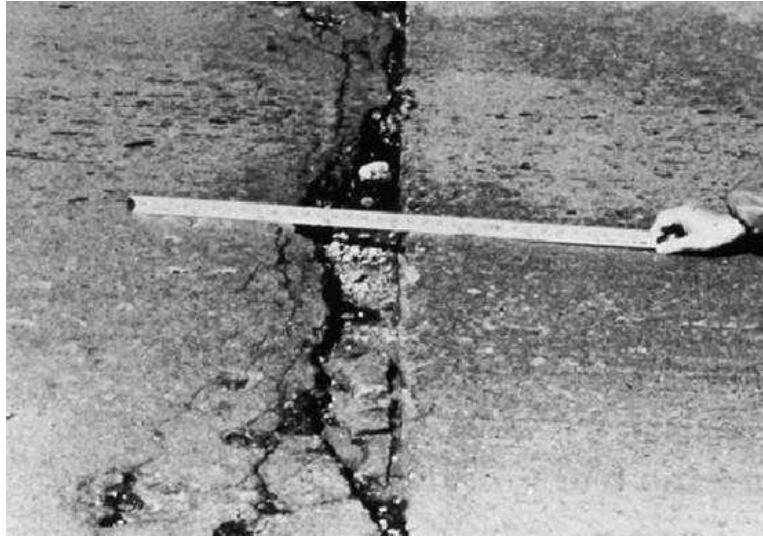
Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial.

➤ **H: Alta severidad**

Figura 57

Descascaramiento de junta de alta severidad



Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

➤ **Opción de reparación**

Según Vásquez Varela (2002) las opciones de reparación para este nivel de severidad son:

- Parcheo parcial.
- Reconstrucción de la junta.

❖ **Medición**

Si el descascaramiento se produce en un solo borde de una losa, se toma como una sola losa afectada, si el descascaramiento se extiende a múltiples bordes de la misma losa, solo se considera el borde con el mayor nivel de daño como una sola losa. Además, si el descascaramiento ocurre en los bordes de dos losas contiguas, cada una se registra por separado como una losa con descascaramiento de junta (ASTM D6433-03, 2003).

2.2.7.4. Procedimiento para la evaluación de la condición del pavimento

2.2.7.4.1. Unidades de muestreo

Se hace una inspección de la vía a estudiar con la intención de conocer y contabilizar la cantidad de losas existentes en toda la ruta, para luego dividir todo el tramo en unidades de muestreo, cuyas magnitudes se alteran según los tipos de vía y capa de rodadura, para losas de concreto con dimensión menor a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe encontrarse en el rango de 20 ± 8 losas (Vásquez Varela, 2002).

$$N = \frac{NP}{R} \dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

N = Número total de UM de la vía de estudio.

NP = Número total de losas de concreto de la vía de estudio.

R = Rango según método PCI: $R = 20 \pm 8$ paños.

2.2.7.4.2. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

Para la evaluación de un proyecto es necesario examinar todas las unidades de muestreo, pero de no ser factible, el número mínimo de unidades de muestreo que se debe intervenir se consigue por medio de la siguiente ecuación, la cual genera un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero con una confiabilidad del 95% (Vásquez Varela, 2002).

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

Dónde:

n = Factor mínimo de UM a inspeccionar.

N = Número total de UM en el tramo de estudio.

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

σ = Desviación estándar del PCI entre las UM (15 para pavimentos rígidos).

2.2.7.4.3. Selección de las unidades de muestreo para inspección

Se indica que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se escoja al azar (Vásquez Varela, 2002).

El intervalo de muestreo (i) se denota mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

En la cual:

N = Número total de UM en vía de estudio.

n = Factor mínimo de UM para inspeccionar.

i = Intervalo de muestreo.

2.2.7.4.4. Evaluación de la condición

Este periodo corresponde al trabajo de campo en el que se realiza una evaluación detallada de una UM para medir el tipo y severidad de las fallas en pavimentos de concreto, durante esta fase, se siguen las pautas establecidas en el manual de fallas para pavimentos, asegurando que se registren meticulosamente todos los hallazgos en el formato que le corresponde. Al finalizar el registro de datos de campo, la información de las unidades de muestreo, estos se usan para calcular el PCI (Vásquez Varela, 2002).

2.2.7.4.5. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Según Vásquez Varela (2002), una vez finalizado el trabajo de campo, se procede al análisis de los datos recolectados en el gabinete para calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI), este proceso se divide en cuatro etapas distintas:

Primera etapa: Cálculo de los valores deducidos

- Se inicia el proceso de contabilización de las losas donde se presentan cada tipo de daño junto con su respectivo nivel de severidad.
- Luego, se divide el número de losas que presentan una combinación específica de daño y severidad entre el total de losas de la UM, este cálculo se expresa en forma de porcentaje, representando la densidad por UM.
- Finalmente, se determina el valor deducido para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad, utilizando la curva de "valor deducido de daño".

Segunda etapa: Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos (m)

- Si solo existe un "Valor Deducido" superior a 2, se debe utilizar el "valor deducido total" en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido" (CDV) que se obtenga en la etapa siguiente. De lo contrario, se deben seguir estos pasos:
- Ordena los valores deducidos individuales en secuencia decreciente.

- Calcula el "número máximo admisible de valores deducidos" (m) usando la ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \dots\dots \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

m_i : Se refiere al valor máximo admisible de valores deducidos, contemplando la fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV_i : Se refiere al valor deducido individual más alto para la UM i .

- Se ajusta a m el número de valores deducidos individuales, incluyendo la parte fraccionaria, si el número de valores deducidos es menor que m , se utilizan todos los que se tengan disponibles.

Tercera etapa: Cálculo del máximo Valor Deducido Corregido (CDV)

- En este paso, se determina la cantidad de valores deducidos que son superiores a 2.
- Para calcular el "valor deducido total", se suman todos los valores deducidos individuales.
- Se obtiene el CDV utilizando q y el "valor deducido total" a partir de la curva de corrección correspondiente al tipo de pavimento.
- Se procede a reducir a 2 el menor de los "valores deducidos" individuales que sea mayor que 2 y se repiten las etapas, hasta que q sea igual a 1.
- El máximo CDV se considera el más alto de los CDV obtenidos a lo largo de este proceso.

Cuarta etapa: Cálculo del PCI de una unidad de muestra

Realizamos el cálculo del PCI de la UM restando de 100 el máximo CDV conseguido en la etapa anterior.

$$PCI_i = 100 - Mmáx. CDV \dots\dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

PCI_i : Índice de Condición de Pavimento de la muestra i .

$Mmáx. CDV$: Máximo Valor Deducido Corregido.

2.2.7.4.6. Cálculo del PCI de la sección de pavimento

Una sección de pavimento incluye varias unidades de muestreo, si todas las unidades de muestreo son evaluadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo (Vásquez Varela, 2002) .

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Pavimento

Conjunto de capas diseñadas para soportar la carga del tránsito, que proporcionan una superficie de rodamiento, la que debe estar óptima para su funcionamiento (Sánchez Delgado, 2023).

2.3.2. Pavimento rígido

Compuesto por concreto, puede ser armado en algunas situaciones, presenta periodos de vida útil de 20 a 40 años, precios altos iniciales y mantenimientos mínimos (Sánchez Delgado, 2023).

2.3.3. Grado de la condición del pavimento

Estado en el que se encuentra un pavimento en escala del PCI, es descrito verbalmente y se puede encontrar con una condición excelente o fallado (Villar Martos, 2023).

2.3.4. Falla

Una falla en el pavimento se define como cualquier deterioro o deficiencia en la superficie que compromete la funcionalidad y seguridad del camino, estas fallas pueden incluir fisuras, deformaciones, descascaramientos y otros tipos de daños que afectan la capacidad del pavimento para ofrecer una experiencia de tránsito segura y cómoda. El impacto de estas deficiencias se relaciona directamente con el índice de servicio del pavimento, que evalúa su estado y, por ende, su capacidad para satisfacer las necesidades de los usuarios (Sánchez Delgado, 2023).

2.3.5. Serviciabilidad

Indica el nivel de máxima comodidad y el índice de seguridad que puede proporcionar un pavimento a quien lo usa. (Sánchez Delgado, 2023).

3.1.2. Ubicación geográfica

La ubicación de la vía de estudio tiene las siguientes coordenadas UTM:

- Datum : 1984-WGS84.
- Proyección : Universal Transversal Mercator – UTM.
- Zona : 17M.

Tabla 9

Coordenadas UTM

COORDENADAS UTM				
DESCRIPCIÓN	ESTE	NORTE	COTA	PROGRESIVA
PUNTO INICIO	742404.733	9368284.694	730.425	0 + 000
PUNTO FINAL	742278.841	9369396.303	756.524	1 + 120.09
PUNTO DE AFORO	742402.406	9368311.890	729.922	0 + 026.72

La ubicación de la vía de estudio presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 10

Coordenadas geográficas

COORDENADAS GEOGRÁFICAS				
DESCRIPCIÓN	LONGITUD	LATITUD	COTA	PROGRESIVA
PUNTO INICIO	78° 48' 40.69" W	5° 42' 39.48" S	730.425	0 + 000
PUNTO FINAL	78° 48' 44.91" W	5° 42' 3.32" S	756.524	1 + 120.09
PUNTO DE AFORO	78° 48' 40.76" W	5° 42' 38.60" S	729.922	0 + 026.72

3.2. PERIODO DE REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se elaboró desde el mes de marzo hasta el mes de octubre del año 2024.

3.3. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS

- **Formato de recolección de datos:** Se utilizó para registrar la medición de los daños según su tipo y nivel de severidad en campo, para luego ser procesadas y así calcular el PCI de la vía de estudio en gabinete.
- **Formato de conteo y clasificación vehicular:** Se usó para cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que transitan por el tramo de estudio.
- **Plano de distribución de losas:** Sirvió para marcar los límites de las unidades de muestreo en campo y tener un mayor orden en la evaluación de las losas de concreto.
- **Wincha de lona de 50 m:** Se empleó para tomar medidas en extensiones considerables, como los anchos de vía y las longitudes de las unidades de muestreo.
- **Wincha metálica de 5 m:** Utilizada para medir longitudes cortas, como las dimensiones de las losas del pavimento y para la evaluación de fallas en parches grandes y pequeños. También sirvió para medir la altura de la estación total.
- **Regla plástica de 30 cm:** Sirvió para medir el ancho o profundidad en fallas como grietas, descascaramientos, y para evaluar desniveles en el pavimento.
- **Regla de madera de 1.00 m:** Ayudó a visualizar si existía la falla tipo escala y facilitó la medición del desnivel en combinación con la regla plástica.
- **Pizarra acrílica:** Se utilizó para registrar información relevante en campo, como el número de unidad de muestreo, el tipo de falla y el nivel de severidad, lo que permitió un mejor orden en el registro del panel fotográfico.
- **Pintura roja:** Se usó para marcar los BM's (bancos de medición) y estaciones topográficas, así como los límites de las unidades de muestreo.
- **Cámara fotográfica:** Capturó imágenes para el panel fotográfico de los trabajos realizados en campo.
- **Equipos topográficos:** Incluyó una estación Leica TS06 plus, un trípode, dos bastones de aluminio, dos primas circulares y un GPS navegador marca Garmin, utilizados para el levantamiento topográfico de la vía de estudio con el fin de conocer sus características geométricas.

3.4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento se llevó a cabo en 2 etapas:

3.4.1. Trabajo en campo

- **Reconocimiento de la vía de estudio:** Tras un recorrido por todo el tramo de estudio, en la cuadra N°01 de la calle Orellana, se identificaron los puntos de ubicación de la estación E1 y el punto de referencia BM1, estos puntos fueron fundamentales para iniciar el levantamiento topográfico. Además, se registraron los códigos que se utilizarían durante el levantamiento como también se localizó el punto de aforo en la misma cuadra, destinado al conteo y clasificación de vehículos según su tipo.
- **Levantamiento topográfico:**
 - La estación total se colocó en el punto previamente identificado para iniciar el levantamiento topográfico, con el GPS navegador marca Garmin, se tomaron las coordenadas en el punto donde se encontraba la estación E1, ubicada en la esquina de las calles Diego Palomino y Orellana, así como en el punto de referencia BM1 (sardinel). Tras referenciar la estación total con el punto de referencia, se comenzó a registrar los puntos, considerando los límites de las losas del pavimento, es decir, se tomaron los puntos en forma transversal al eje de la vía.
 - En los lugares donde la visibilidad se reducía, se tomó un punto adicional para realizar un cambio de estación, que se referenció con respecto a la estación anterior.
 - Una vez referenciada la estación total, se continuó la toma de puntos de la misma manera hasta alcanzar el final de la vía de estudio.
 - Finalmente, la nube de puntos topográficos se descargó en extensión CSV.
 - El levantamiento se realizó entre los días 24 y 27 de junio del año 2024.
- **Estudio de tránsito:** En la cuadra N°01 se llevó a cabo el conteo vehicular, donde se recogió información diferenciando la composición vehicular, la direccionalidad y los periodos de conteo diarios los cuales se dieron entre las 7:00 am y 5:00 pm. Los datos fueron registrados en el formato establecido por el MTC, incluyendo las motos lineales y mototaxis, que son vehículos representativos en la ciudad de

Jaén, este conteo vehicular se realizó durante siete días, desde el 15 hasta el 21 de julio del año 2024.

- **Inspección de fallas:** Una vez delimitadas las unidades de muestreo, se procedió a identificar en campo cada clase de falla presente en cada UM de la vía de estudio. Se anotaron la clase y severidad de cada falla en los formatos de recolección de datos, esta inspección se llevó a cabo entre los días 05 y 11 de agosto del año 2024.

3.4.2. Trabajo en gabinete

- **Modelamiento de la vía de estudio:** Una vez finalizado el trabajo de campo, se inició el modelamiento de la vía de estudio utilizando el software Civil 3D versión 2022, se importaron los puntos obtenidos durante el levantamiento topográfico, organizándolos en el formato correspondiente que incluía: número de punto, coordenadas este (x), norte (y), cota (z) y una breve descripción, delimitado por comas.

Una vez ya importados los puntos topográficos, se georreferenció de la siguiente manera: primeramente, en el programa Google Earth se trazó los límites de la vía de estudio, para así obtener puntos en función a imágenes satelitales para después ser guardados en formato KMZ. Luego se procedió a cargar el archivo en GPS Visualizer, en donde con la opción GPX se obtuvo una lista de puntos en coordenadas geográficas que conforman los límites del tramo de estudio. Seguidamente en el programa MapSource mediante la opción tracks, se cargaron los datos obtenidos anteriormente para así conseguir la lista de puntos en coordenadas UTM. Por último, se importaron los puntos adquiridos en el paso anterior al programa Civil 3D, para así poder georreferenciar los puntos registrados en el levantamiento topográfico realizado con la estación total Leica TS06 plus.

- **Elaboración de los planos de la vía de estudio:** Con los datos del levantamiento topográfico ya modelados, se generaron planos que representan la distribución de las losas del pavimento, las unidades de muestreo, secciones típicas, la ubicación general de la vía de estudio y alternativas de solución para la conservación del pavimento.

- **Determinación del tránsito existente y clasificación de la vía de estudio:** Se procesó la información obtenida del estudio de tránsito realizado en el campo, calculando el Índice Medio Diario Semanal (IMDS), este valor fue multiplicado por el factor de corrección estacional (FC) para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA). Finalmente, se clasificó la vía de estudio como una vía colectora.
- **Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI:** Utilizando el formato de cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para cada unidad de muestreo inspeccionada, se evaluó la condición superficial del pavimento rígido de la vía de estudio. Esto permitió establecer un rango de clasificación que refleja el estado del pavimento en la calle Orellana de la ciudad de Jaén.

3.5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación es aplicada, porque se recolectaron datos en campo utilizando conocimientos estructurados de acuerdo a los manuales PCI, que fueron aplicados en la investigación con el fin de dar propuestas de solución para la conservación del pavimento rígido de la vía de estudio.

3.5.2. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo, pues se determinaron y describieron las características y propiedades más relevantes del pavimento rígido de la vía estudiada.

3.5.3. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental – transversal, ya que las variables del estudio no fueron manipuladas, sino que se observaron para ser estudiadas en su ambiente natural, de las cuales se recogió información en un solo momento.

3.6. POBLACIÓN DE ESTUDIO

El pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén.

3.7. MUESTRA

El pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén.

3.8. UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades de muestreo que conforman la calle Orellana.

3.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

- La técnica principal empleada en esta investigación fue la inspección visual, que se basó en la observación directa de las condiciones del pavimento y las características de la vía de estudio.
- Los instrumentos utilizados fueron: formato de conteo y clasificación vehicular establecido por el MTC, como también el formato de campo para recolección de datos, alineados con la norma internacional ASTM D6433-03.

Figura 59

Formato de conteo y clasificación vehicular del MTC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE					CALLE ORELLANA					ESTACION			ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO		X		E ←	X		S →		DÍA Y FECHA			LUNES			
UBICACIÓN					JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA					TURNO			-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3	
DIAGRA. VEH.																								
07:00 - 08:00	E																							
	S																							
08:00 - 09:00	E																							
	S																							
09:00 - 10:00	E																							
	S																							
10:00 - 11:00	E																							
	S																							
11:00 - 12:00	E																							
	S																							
12:00 - 13:00	E																							
	S																							
13:00 - 14:00	E																							
	S																							
14:00 - 15:00	E																							
	S																							
15:00 - 16:00	E																							
	S																							
16:00 - 17:00	E																							
	S																							
PARCIAL:																								

Fuente: Adaptado del MTC (2022).

Figura 60

Formato de campo para recolección de datos

FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																						
NOMBRE DE LA VÍA:		DISTRITO:			PROVINCIA:		REGIÓN:															
CALLE ORELLANA		JAÉN			JAÉN		CAJAMARCA															
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:		ÁREA DE MUESTRA:		FECHA:														
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO																						
PROGRESIVA INICIAL:		NÚMERO DE LOSAS:			TIPO DE PAVIMENTO:		ESQUEMA:															
PROGRESIVA FINAL:		28			RÍGIDO																	
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>		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	27	28
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																					
22 Grieta de esquina	32 Popouts		25	26																		
23 Losa dividida	33 Bombeo		23	24																		
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzonamiento		21	22																		
25 Escala	35 Cruce de vía férrea		19	20																		
26 Sello de junta	36 Descorchamiento/Mapa de grietas/Craquelado		17	18																		
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción		15	16																		
28 Grietas lineales	38 Descascaramiento de esquina		13	14																		
29 Parcheo grande	39 Descascaramiento de junta		11	12																		
30 Parcheo pequeño			9	10																		
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)		MEDIO (M)		ALTO (H)		7	8													
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	5	6													
								3	4													
								1	2													

Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

3.10. ANÁLISIS DE DATOS

3.10.1. Datos de la vía de estudio

- Nombre de la vía: Calle Orellana.
- Tipo de vía: Vía colectora.
- Tipo de pavimento: Pavimento rígido.
- Categoría de pavimento rígido: Pavimento de concreto simple con juntas longitudinales y transversales.
- Longitud total de la vía: 1120.09 m.
- Número total de cuadras: 11 cuadras.
- Ancho de calzada: 7 m (C1 - C11).
- Número de carriles: 2 carriles con diferentes sentidos (C1-C11).
- Año de inauguración del pavimento: Año de 2008.

3.10.2. Estudio de tránsito

Se determinó el IMDA multiplicando el IMDS por el factor de corrección estacional (FC), el cual fue estimado para el mes de julio, además de tomar como base la información existente en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) correspondiente al peaje de Utcubamba, el más próximo de la zona de estudio.

Tabla 11

Composición vehicular y cálculo de IMDA de la vía de estudio

CLASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS		VEHÍCULOS LIVIANOS						VEHÍCULOS PESADOS		TOTAL	%
DÍA	FECHA	MOTO LINEAL	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		CAMIÓN			
						PICK UP	RURAL COMBI	2 E	3 E		
LUNES	15/07/2024	373	715	9	11	10	9	3	1	1131	14.89%
MARTES	16/07/2024	390	662	7	6	8	7	3	1	1084	14.27%
MIÉRCOLES	17/07/2024	361	611	11	10	12	11	4	3	1023	13.47%
JUEVES	18/07/2024	375	684	10	10	9	9	6	2	1105	14.55%
VIERNES	19/07/2024	366	662	11	10	9	7	7	2	1074	14.14%
SÁBADO	20/07/2024	365	649	13	10	13	7	8	1	1066	14.03%
DOMINGO	21/07/2024	407	651	13	11	14	7	6	5	1114	14.66%
TOTAL		2637	4634	74	68	75	57	37	15	7597	100.00%
PORCENTAJE (%)		34.71%	61.00%	0.97%	0.90%	0.99%	0.75%	0.49%	0.20%	100.00%	
IMDS		377	662	11	10	11	8	5	2	1085	
FC				0.9403				0.9674			
IMDA		354	622	10	9	10	8	5	2	1020	
TOTAL IMDA				1013				7		1020	

Figura 61

Número de vehículos por semana

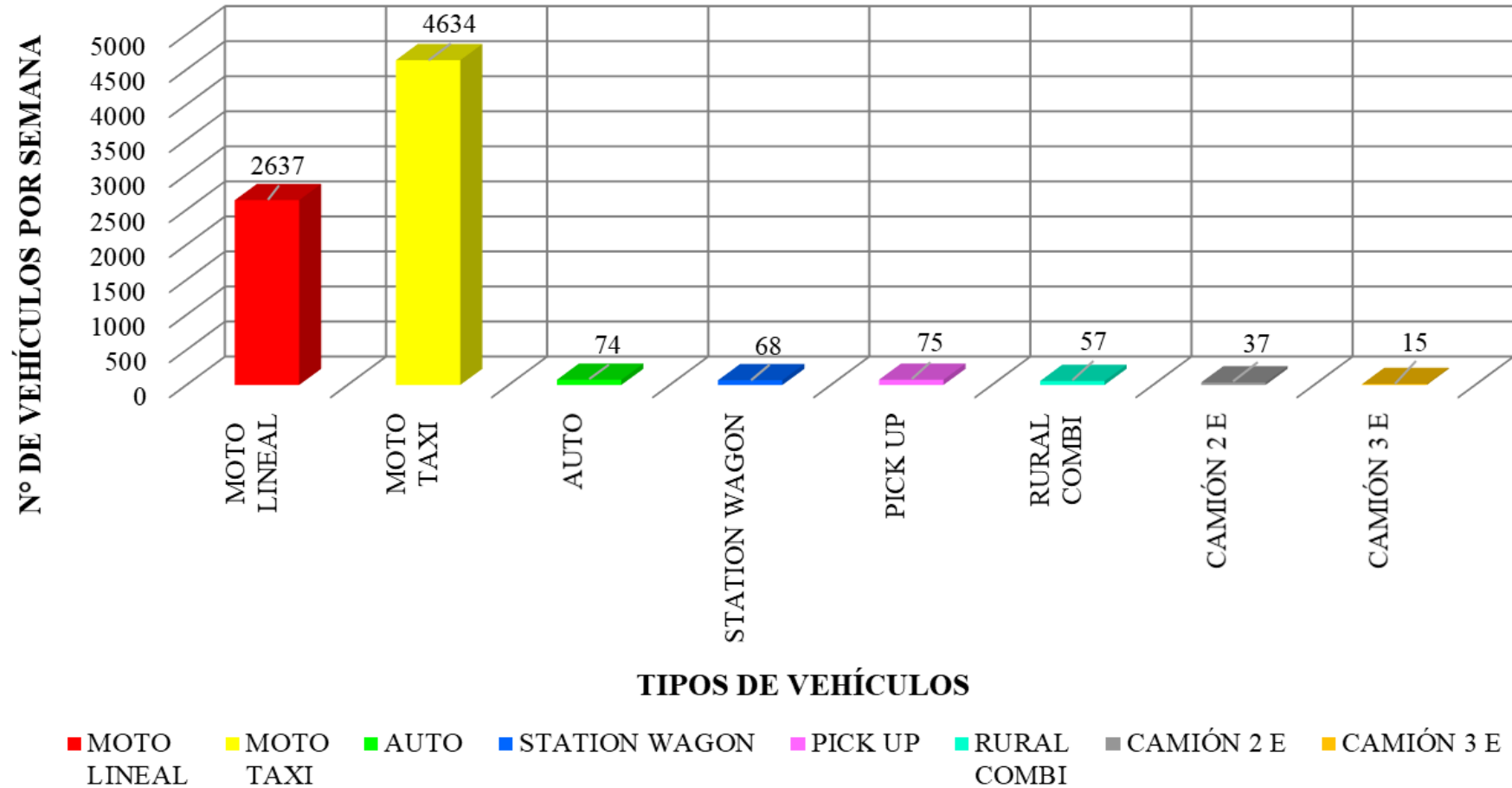
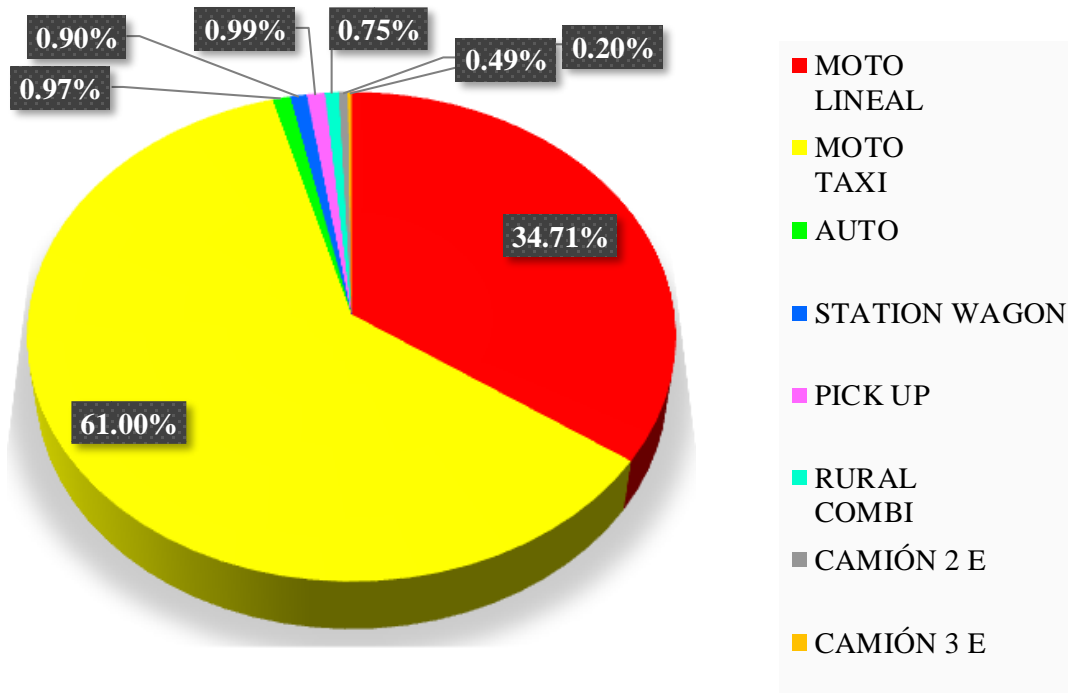


Figura 62

Composición del tránsito



3.10.3. Evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI

3.10.3.1. Unidades de Muestreo

Durante la inspección de campo, tras concluir el levantamiento topográfico y tener los planos de distribución de las losas del pavimento rígido, se definió como tramo de estudio toda la Calle Orellana, a continuación, se registró un único tipo de sección del pavimento en este tramo, para establecer esta única sección, se consideraron la condición y las características específicas de la vía.

Una vez definida la sección, se procedió a dividirla en unidades de muestreo, la determinación de estas unidades se basó en el tamaño estándar recomendado por la norma ASTM D6433-03, que sugiere un tamaño estándar de 20 losas contiguas, con una variación de más o menos 8 losas, en caso de que el total de losas en la sección no sea exactamente divisible entre 20.

$$N = \frac{NP}{R} \dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

N = Número total de UM de la vía de estudio.

NP = Número total de losas de concreto de la vía de estudio.

R = Rango según manual PCI ($R = 20 \pm 8$ paños).

$$N = \frac{588}{28} = 21$$

Dentro de la sección identificada registramos 21 unidades de muestreo, la cual contiene 28 losas cada una, registrándose un total de 588 losas en todo el tramo de estudio.

3.10.3.2. Determinación de las Unidades de Muestreo para evaluación

El número mínimo de las unidades de muestreo a estudiar será:

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1) + \sigma^2} \dots\dots \text{Ecuación 9}$$

$$n = \frac{21 \times 15^2}{\frac{5^2}{4} \times (21 - 1) + 15^2}$$

Dónde:

n = Factor mínimo de UM a inspeccionar.

N = Número total de UM 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 (15 para pavimentos rígidos).

$$\text{Tenemos: } n = 13.50 = 14$$

El resultado, al redondearse al entero superior, indica que se deben inspeccionar un mínimo de 14 unidades de muestreo para lograr una confiabilidad del 95%. Esto asegura que los datos recopilados sean representativos y válidos para el análisis, lo cual es crucial en la evaluación del pavimento y la identificación de fallas.

3.10.3.3. Selección de las Unidades de Muestreo para inspección

Determinamos el intervalo de muestreo (i):

$$i = \frac{N}{n} \dots \dots \text{Ecuación 10}$$

Donde:

N = Número total de UM en vía de estudio.

n = Factor mínimo de UM para inspeccionar.

i = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

$$i = \frac{21}{14} = 1.5 = 1$$

Por ello, en la presente indagación se consideró inspeccionar las 21 unidades de muestreo, con el objetivo de obtener un valor confiable del PCI del tramo de estudio.

Tabla 12

Unidades de muestreo inspeccionadas

N°	Unidades de muestreo	Número de losas	Progresivas		Longitud (m)	Área (m ²)
			Inicio	Final		
1	UM-01	28	0+000.00	0+067.62	67.62	488.33
2	UM-02	28	0+067.62	0+137.47	69.85	488.96
3	UM-03	28	0+137.47	0+207.31	69.84	488.90
4	UM-04	28	0+207.31	0+274.62	67.31	471.12
5	UM-05	28	0+274.62	0+344.50	69.88	489.22
6	UM-06	28	0+344.50	0+399.88	55.38	415.03
7	UM-07	28	0+398.14	0+448.81	50.67	342.28
8	UM-08	28	0+447.00	0+492.06	45.06	321.70
9	UM-09	28	0+490.14	0+539.57	49.43	333.12
10	UM-10	28	0+537.81	0+588.58	50.77	342.88
11	UM-11	28	0+586.76	0+635.71	48.95	339.68
12	UM-12	28	0+632.22	0+685.69	53.47	381.85
13	UM-13	28	0+685.69	0+741.74	56.05	392.30
14	UM-14	28	0+741.74	0+787.62	45.88	321.20
15	UM-15	28	0+787.62	0+832.85	45.23	316.58
16	UM-16	28	0+832.85	0+883.91	51.06	357.46
17	UM-17	28	0+883.91	0+931.98	48.07	336.48
18	UM-18	28	0+931.98	0+979.47	47.49	332.44
19	UM-19	28	0+979.47	1+025.73	46.26	323.81
20	UM-20	28	1+025.73	1+072.17	46.44	325.05
21	UM-21	28	1+072.17	1+120.09	47.92	335.46

3.10.3.4. Evaluación de la condición

Esta fase se enfoca en el trabajo de campo, donde se lleva a cabo una evaluación detallada de cada UM para medir la clase y severidad de las fallas, siguiendo las directrices del manual de fallas para pavimentos de concreto, durante esta fase, se registra la información en el formato designado.

Una vez que se completa el registro de datos de campo, la información recopilada para cada UM se utiliza para calcular el Índice de Condición del Pavimento (PCI) del tramo de estudio

3.10.3.5. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Ejemplo de aplicación de la metodología PCI en la UM-05.

Etapa 1. Cálculo de los valores deducidos.

- i) Contabilizamos el número de losas en las que se manifiesta cada combinación de clase de deterioro y nivel de severidad en el formato adecuado.

Tabla 13

Descripción de tipo de fallas en la UM-05

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	
22	L	1	1	1						3	
22	M	1	1							2	
23	L	1	1							2	
23	M	1								1	
26	L	1	1	1	1	1	1	1	1	8	
28	L	1								1	
28	M	1								1	
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	17	25
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28
37	-	1	1	1	1	1	1	1			7
39	L	1	1								2

- ii) Para calcular la densidad por unidad de muestreo, se divide el número de losas contabilizadas que presentan un daño específico entre el total de losas de la unidad de muestreo, el resultado se expresa en porcentaje (%). Este cálculo permite obtener una medida de la gravedad y extensión de los daños en el pavimento, lo que es esencial para el análisis y la planificación de las reparaciones necesarias.

Tabla 14*Densidad para cada tipo de falla en la UM-05*

UNIDAD DE MUESTREO	NÚMERO DE LOSAS	TOTAL	DENSIDAD (%)
		3	10.71
		2	7.14
		2	7.14
		1	3.57
		8	28.57
UM-05	28	1	3.57
		1	3.57
		25	89.29
		28	100.00
		7	25.00
		2	7.14

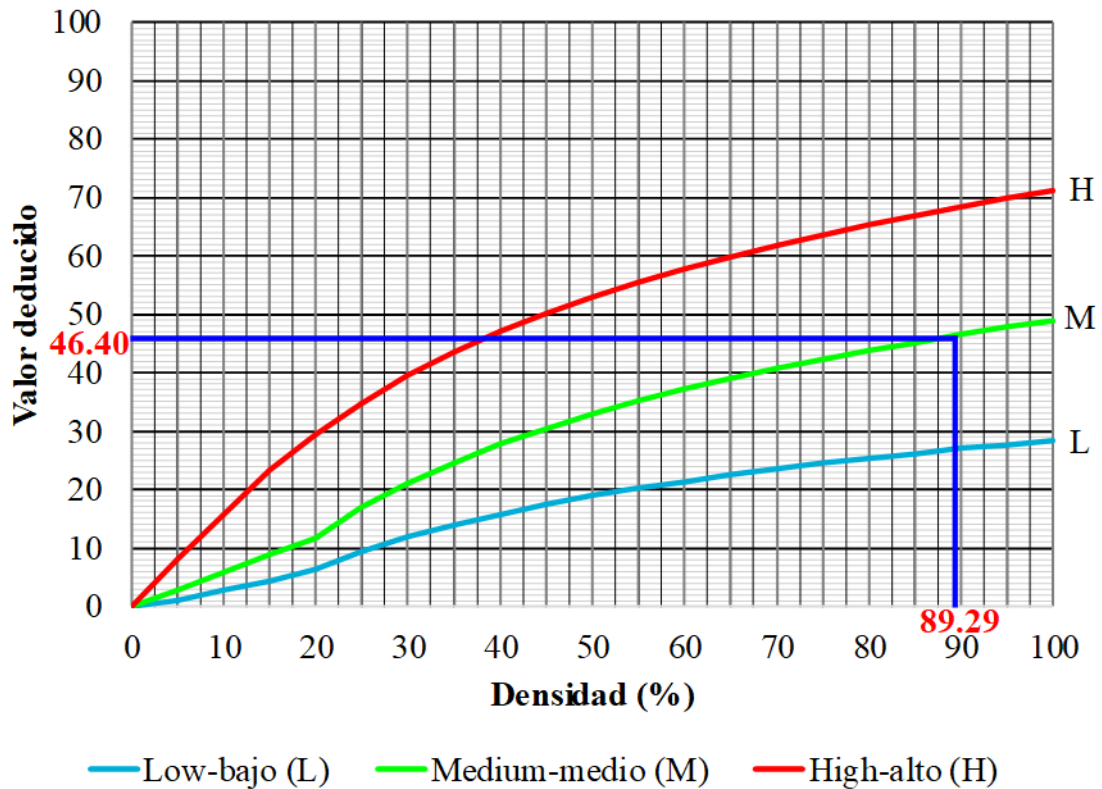
- iii) Para determinar los valores deducidos para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad, se utiliza la curva de “Valor deducido de daño” que se encuentra en el manual del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

Tabla 15*Valores deducidos para cada tipo y severidad de falla en la UM-05*

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	L	3	10.71	9.26
22	M	2	7.14	10.33
23	L	2	7.14	7.11
23	M	1	3.57	7.64
26	L	8	28.57	2.00
28	L	1	3.57	2.29
28	M	1	3.57	2.86
29	M	25	89.29	46.40
31	-	28	100.00	9.70
37	-	7	25.00	0.50
39	L	2	7.14	1.83

Figura 63

Curva de “Valor deducido de daño”, falla 29 – parche grande



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Se realiza un ejemplo utilizando la falla 29 – Parche grande con severidad media (M) y una densidad del 89.29 %, lo que resulta en un valor deducido de 46.40, que es el máximo valor deducido.

Para calcular el valor deducido, se aplica la interpolación lineal, utilizando los datos que proporciona el manual del PCI ASTM D 6433-03. En el caso de la falla 29 – parche grande, se disponen de los siguientes valores:

Tabla 16*Valores deducidos para falla 29 – parche grande*

VALOR DEDUCIDO - PARCHE GRANDE (29)			
Densidad	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Se realiza la interpolación lineal para calcular el valor deducido, considerando una densidad del 89.29 % y una severidad de falla media (M). Este proceso implica utilizar los valores que se encuentran en el manual del PCI, aplicando la fórmula de interpolación adecuada para obtener el resultado correspondiente:

Tabla 17

Valores deducidos seleccionados de falla 29 – parche grande, para la interpolación lineal

PARCHE GRANDE (29)	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO SELECCIONADO
VALOR INFERIOR	85.00	45.20
VALOR	89.29	X
VALOR SUPERIOR	90.00	46.60

$$\frac{X - 45.20}{89.29 - 85} = \frac{46.60 - 45.20}{90 - 85}$$

$$X = 45.20 + \frac{46.60 - 45.20}{90 - 85} (89.29 - 85)$$

$$X = 46.40$$

Al final del proceso, se obtiene un valor de 46.40, confirmando que el resultado logrado mediante los ábacos es igual al que se consiguió a través de la interpolación lineal.

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

- i) Si ninguno o solo uno de los "Valores deducidos" supera 2, se debe utilizar el "Valor Deducido Total" (TDV) en lugar del mayor "Valor Deducido Corregido" (CDV) obtenido en la Etapa 4. En caso contrario, se deben seguir los pasos ii) y iii).
- ii) Se organizan los valores deducidos individuales de forma descendente.

Tabla 18

Valores deducidos ordenados de mayor a menor en la UM-05

VALOR DEDUCIDO
46.40
10.33
9.70
9.26
7.64
7.11
2.86
2.29
2.00
1.83
0.50

- iii) Determinamos el “Número máximo admisible de valores deducidos” (m), haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Donde:

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

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

Para la UM-05 será:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 46.40)$$

$$m_i = 5.92$$

Por lo tanto, de entre todos los valores deducidos se seleccionarán como máximo 5, incluyendo la parte fraccionaria, descartando los valores menores que 2.

- iv) Se debe reducir el número de valores individuales deducidos a m , incluyendo cualquier parte fraccionaria, si hay menos valores deducidos que m , se utilizan todos los disponibles.

Etapa 3. Cálculo del máximo Valor Deducido Corregido (CDV)

- i) Se cuenta el número de valores deducidos, q, que son mayores que 2. Para la unidad de muestreo UM-05, los valores deducidos mayores a 2 son: 46.40, 10.33, 9.70, 9.26, 7.64 y 6.54 (este último se calculó multiplicando 7.11 por $(5.92 - 5.00 = 0.92)$), resultando en $q=6$.
- ii) Se suma todos los valores deducidos individuales para calcular el "Valor Deducido Total" (TDV).
- iii) Se determina el CDV utilizando el valor de q y el "Valor Deducido Total" (TDV) en la curva de corrección correspondiente para pavimentos de concreto.
- iv) Se reduce el menor de los "Valores deducidos" individuales que sea mayor que 2 a 2 y se repiten los pasos i) a iii) hasta que q sea igual a 1.
- v) El CDV máximo es el mayor de los valores CDV obtenidos durante este procedimiento.

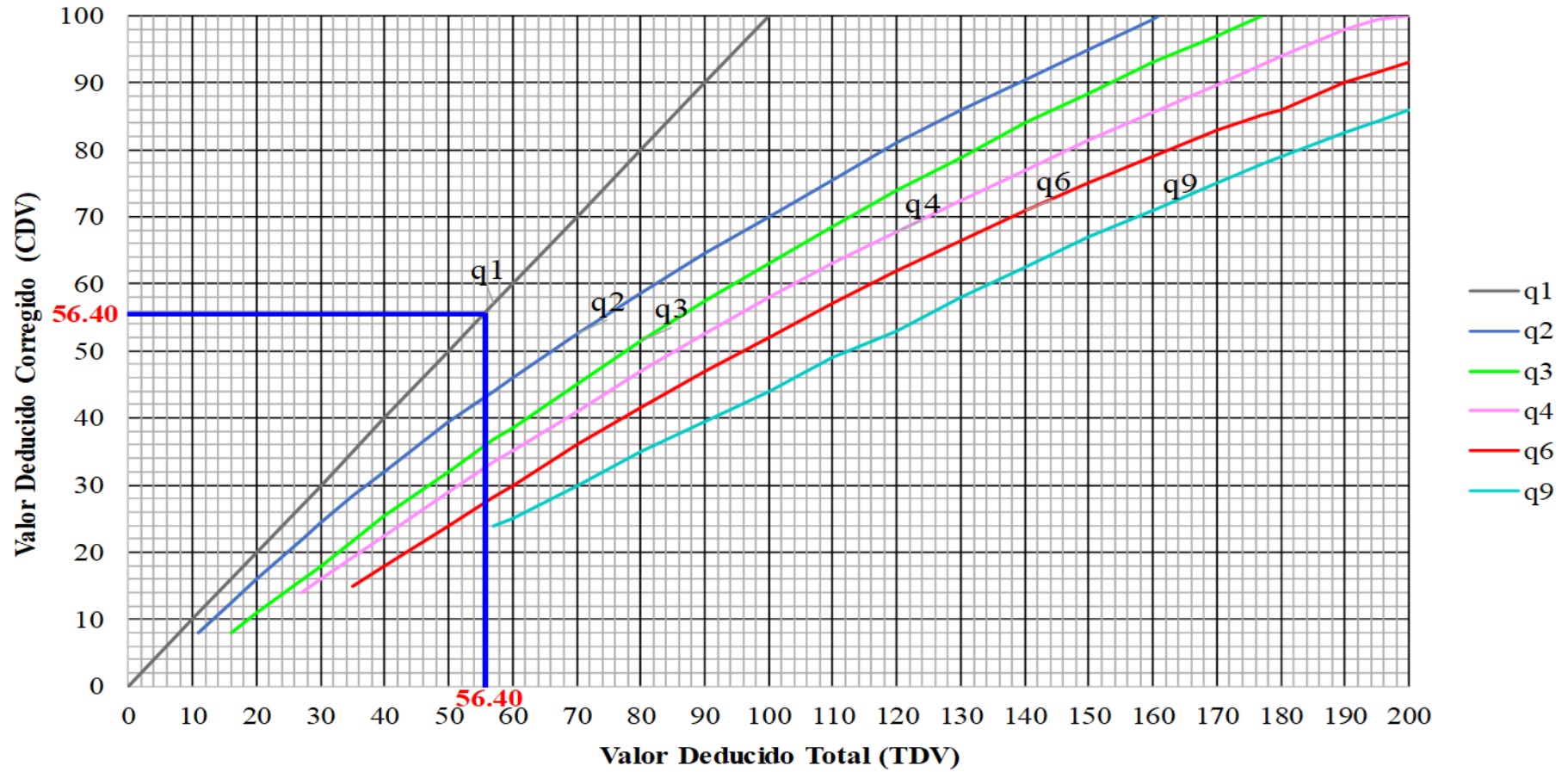
Tabla 19

Máximo Valor Deducido Corregido (CDV) en la UM-05

CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)									
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	46.40	10.33	9.70	9.26	7.64	6.54	89.87	6	46.93
2	46.40	10.33	9.70	9.26	7.64	2.00	85.33	5	47.18
3	46.40	10.33	9.70	9.26	2.00	2.00	79.69	4	46.81
4	46.40	10.33	9.70	2.00	2.00	2.00	72.43	3	46.55
5	46.40	10.33	2.00	2.00	2.00	2.00	64.73	2	49.07
6	46.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	56.40	1	56.40

Figura 64

Curva de corrección para pavimento de concreto



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Para el caso de la unidad de muestreo UM-05, haciendo uso de la curva de corrección para pavimentos de concreto, se determina que el máximo valor deducido corregido es 56.40. El "Valor Deducido Corregido" (CDV) se calcula a través de la interpolación lineal, utilizando los datos proporcionados por el manual del PCI ASTM D 6433-03 para pavimentos de concreto, estos valores específicos serán necesarios para completar el cálculo, a continuación, se pueden observar:

Tabla 20

Valores Deducidos Corregido (CDV)

Total de valor deducido	Valores Deducidos Corregidos (CDV)					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0.00	0.00					
10.00	10.00					
11.00	11.00	8.00				
16.00	16.00	12.40	8.00			
20.00	20.00	16.00	11.00			
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00		
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00		
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	15.00	
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	18.00	
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	24.00	
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	28.20	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	30.00	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	36.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	41.50	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	47.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	52.00	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	57.00	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	62.00	53.00
130.00		86.00	78.90	72.50	66.50	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	71.00	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	75.00	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	79.00	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	79.40	71.40
170.00			97.00	89.60	83.00	75.00
177.00			100.00	92.60	85.10	77.80
180.00				94.00	86.00	79.00
190.00				98.00	90.00	82.50
195.00				99.50	91.50	84.30
200.00				100.00	93.00	86.00

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Aplicamos la interpolación lineal, para el valor deducido total de 56.40 y q=1, de la siguiente manera:

Tabla 21

Valores deducidos corregidos seleccionados para la interpolación lineal

Para q1	TOTAL DE VALOR DEDUCIDO	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
VALOR INFERIOR	50.00	50.00
VALOR	56.40	X
VALOR SUPERIOR	57.00	57.00

$$\frac{X - 50}{56.40 - 50} = \frac{57 - 50}{57 - 50}$$

$$X = 50 + \frac{57 - 50}{57 - 50} (56.40 - 50)$$

$$\mathbf{X = 56.40}$$

Finalmente, se obtiene un valor de 56.40, confirmando que el resultado obtenido a través de la curva de corrección coincide con el valor calculado mediante la interpolación lineal.

Etapa 4. Para estimar el PCI (Índice de Condición del Pavimento) de una unidad, se resta el máximo CDV obtenido en la Etapa 3 de 100. Este procedimiento permite determinar la condición general del pavimento evaluado.

$$\mathbf{PCI_i = 100 - Máx. CDV..... Ecuación 12}$$

Donde:

PCI: Índice de Condición de Pavimento para la unidad de muestreo i.

Max. CDV: Máximo Valor Deducido Corregido.

Para la UM-05, teniendo un máximo valor deducido corregido de 56.40, el PCI será:

$$PCI = 100 - 56.40$$

$$\mathbf{PCI = 43.60}$$

Teniendo una clasificación que corresponde a una condición de pavimento regular.

3.10.3.6. Cálculo del PCI de una sección de pavimento

Luego de haber detallado en los puntos anteriores, el procedimiento para el cálculo del PCI de una unidad de muestreo, realizamos los mismos pasos para la UM-01, UM-02, UM-03, UM-04, UM-06, UM-07, UM-08, UM-09, UM-10, UM-11, UM-12, UM-13, UM-14, UM-15, UM-16, UM-17, UM-18, UM-19, UM-20 y UM-21, cuyos datos se adjuntan en el anexo 02.

Tabla 22

Valores del PCI de las unidades de muestreo y el tramo de estudio

Unidades de muestreo	Número de losas	Progresivas		Longitud (m)	Área (m ²)	PCI obtenido	Calificación
		Inicio	Final				
UM-01	28	0+000.00	0+067.62	67.62	488.33	44.58	REGULAR
UM-02	28	0+067.62	0+137.47	69.85	488.96	46.63	REGULAR
UM-03	28	0+137.47	0+207.31	69.84	488.90	52.84	REGULAR
UM-04	28	0+207.31	0+274.62	67.31	471.12	47.70	REGULAR
UM-05	28	0+274.62	0+344.50	69.88	489.22	43.60	REGULAR
UM-06	28	0+344.50	0+399.88	55.38	415.03	43.81	REGULAR
UM-07	28	0+398.14	0+448.81	50.67	342.28	55.74	BUENO
UM-08	28	0+447.00	0+492.06	45.06	321.70	58.32	BUENO
UM-09	28	0+490.14	0+539.57	49.43	333.12	50.83	REGULAR
UM-10	28	0+537.81	0+588.58	50.77	342.88	53.93	REGULAR
UM-11	28	0+586.76	0+635.71	48.95	339.68	54.76	REGULAR
UM-12	28	0+632.22	0+685.69	53.47	381.85	46.84	REGULAR
UM-13	28	0+685.69	0+741.74	56.05	392.30	48.03	REGULAR
UM-14	28	0+741.74	0+787.62	45.88	321.20	61.89	BUENO
UM-15	28	0+787.62	0+832.85	45.23	316.58	65.86	BUENO
UM-16	28	0+832.85	0+883.91	51.06	357.46	62.71	BUENO
UM-17	28	0+883.91	0+931.98	48.07	336.48	60.68	BUENO
UM-18	28	0+931.98	0+979.47	47.49	332.44	70.60	MUY BUENO
UM-19	28	0+979.47	1+025.73	46.26	323.81	60.14	BUENO
UM-20	28	1+025.73	1+072.17	46.44	325.05	60.56	BUENO
UM-21	28	1+072.17	1+120.09	47.92	335.46	61.67	BUENO
Valor del PCI del tramo de estudio						54.84	REGULAR

Al concluir la inspección de todas las unidades de muestreo, el PCI del tramo de estudio se determina como el promedio de los PCI calculados en cada unidad, en este caso, se establece que la calle Orellana de la ciudad de Jaén tiene un PCI de 54.84, lo que indica que su condición superficial se clasifica como regular.

CAP IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.1. Levantamiento topográfico y estudio del tránsito

El levantamiento topográfico realizado en la calle Orellana de la ciudad de Jaén abarcó un total de 11 cuadras, alcanzando una longitud de 1120.09 metros, esta vía cuenta con dos carriles en direcciones opuestas, con losas que tienen un ancho promedio de 3.5 metros y una longitud que varía entre 3.5 y 5 metros. Se clasifica como una vía colectoras, ya que su función principal es facilitar tanto el tránsito vehicular como el acceso a las propiedades adyacentes.

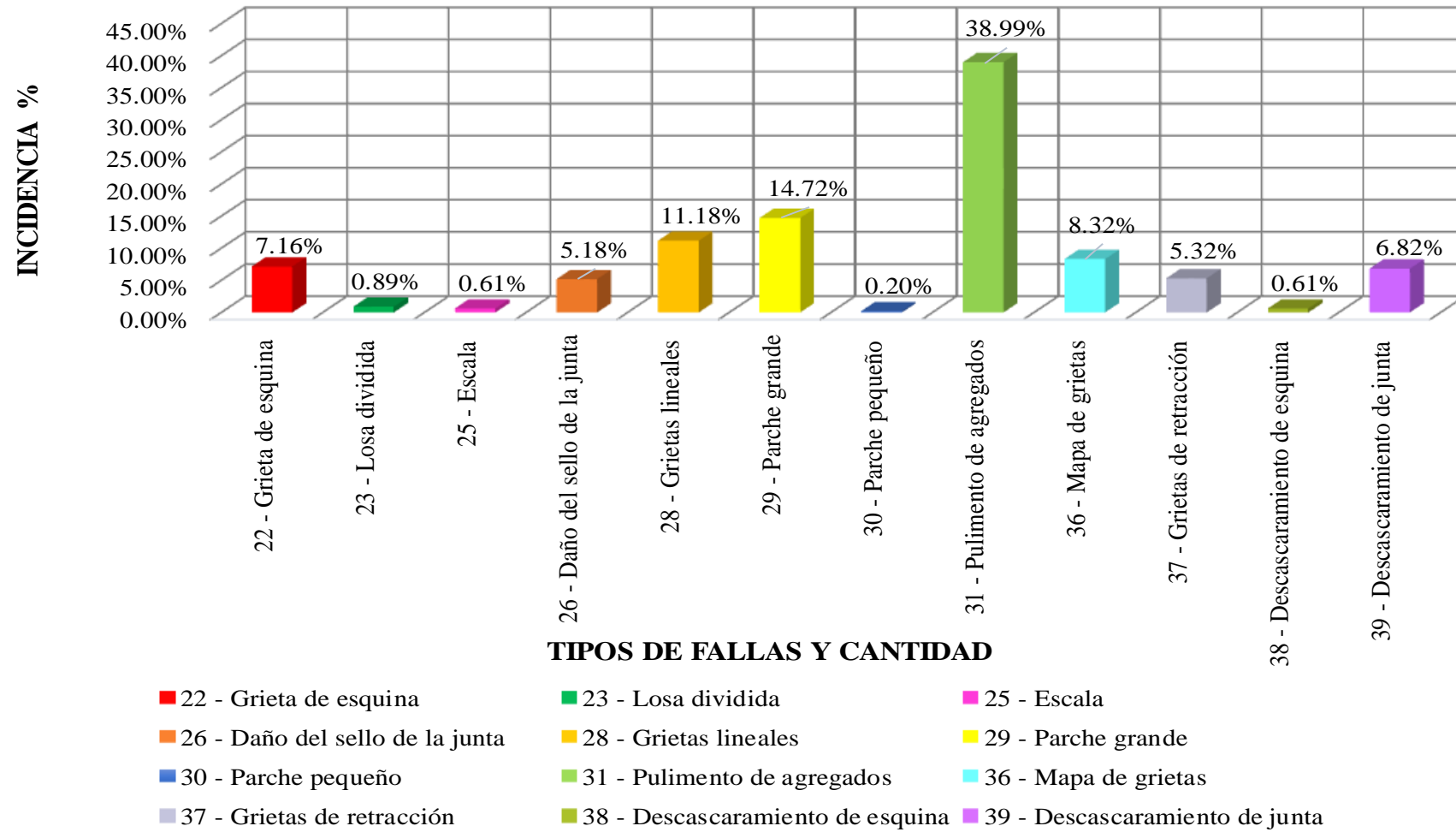
En cuanto al estudio de tránsito, resultó un Índice Medio Diario Anual (IMDA) de 1020 vehículos por día, de este total, los vehículos livianos presentan un IMDA de 1013 vehículos/día, mientras que los vehículos pesados tienen un IMDA de 7 vehículos/día. En la composición vehicular, los mototaxis (61%) y las motos lineales (34.71%) son los más comunes entre los vehículos livianos, mientras que los camiones representan el 0.69% de los vehículos pesados.

4.1.2. Tipos de fallas

Se identificaron 12 de los 19 tipos de fallas en las 588 losas que componen el pavimento rígido de la calle Orellana, entre las fallas más frecuentes, el pulimento de agregados (31) se presentó con una incidencia del 38.99%, seguido por el parche grande (29) con un 14.72%. Otras fallas observadas incluyeron las grietas lineales (28) con un 11.18%, el mapa de grietas (36) con 8.32%, la grieta de esquina (22) con 7.16%, el descascamiento de junta (39) con 6.82%, las grietas de retracción (37) con 5.32%, el daño del sello de la junta (26) con 5.18%, la losa dividida (23) con 0.89% y descascamiento de esquina (38) con 0.61%. En términos de menor incidencia, las fallas de escala (25) y parche pequeño (30) fueron las que menos se registraron, con 0.61% y 0.20%, respectivamente. Este análisis facilita la identificación de las zonas críticas que requieren intervención, orientando de manera precisa las estrategias de conservación del pavimento.

Figura 65

Porcentaje de incidencia de cada falla presente en la calle Orellana



4.1.3. Nivel de severidad por cada tipo de falla

A continuación, se muestra el nivel de severidad por cada tipo de falla observadas en el pavimento rígido de la calle Orellana:

Tabla 23

Nivel de severidad por cada tipo de falla en la calle Orellana

NIVEL DE SEVERIDAD POR CADA TIPO DE FALLA													
Unidad de muestreo	Severidad	Grieta de esquina (22)	Losa dividida (23)	Escala (25)	Daño del sello de la junta (26)	Grietas lineales (28)	Parche grande (29)	Parche pequeño (30)	Pulimento de agregados (31)	Mapa de grietas (36)	Grietas de retracción (37)	Descascaramiento de esquina (38)	Descascaramiento de junta (39)
UM - 01	L	-	-	2	5	10	-	-	-	-	-	1	9
	M	-	-	-	-	4	24	-	28	-	-	-	-
	H	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-
UM - 02	L	9	-	-	11	8	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	-	-	-	4	15	1	28	-	7	-	5
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 03	L	-	-	-	4	7	3	-	-	-	-	1	-
	M	-	-	-	-	-	20	-	28	-	8	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 04	L	-	-	-	6	4	3	-	-	-	-	-	2
	M	-	2	-	-	2	21	1	28	-	7	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 05	L	3	2	-	8	1	-	-	-	-	-	-	2
	M	2	1	-	-	1	25	-	28	-	7	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 06	L	5	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-
	M	-	2	-	3	6	19	-	28	-	8	-	3
	H	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	1	1

NIVEL DE SEVERIDAD POR CADA TIPO DE FALLA													
Unidad de muestreo	Severidad	Grieta de esquina (22)	Losa dividida (23)	Escala (25)	Daño del sello de la junta (26)	Grietas lineales (28)	Parche grande (29)	Parche pequeño (30)	Pulimento de agregados (31)	Mapa de grietas (36)	Grietas de retracción (37)	Descascaramiento de esquina (38)	Descascaramiento de junta (39)
UM - 07	L	6	-	-	4	10	-	-	-	-	-	-	5
	M	6	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 08	L	5	-	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-
	M	5	-	-	-	-	-	-	28	-	-	2	10
	H	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 09	L	-	-	-	3	6	-	-	-	-	-	-	-
	M	8	-	-	-	-	-	-	26	-	7	-	9
	H	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
UM - 10	L	-	-	-	4	12	-	-	-	-	-	-	5
	M	7	-	-	-	-	-	-	28	-	7	-	-
	H	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
UM - 11	L	5	-	-	4	8	-	-	-	-	-	-	-
	M	3	-	-	-	-	10	-	28	-	-	-	5
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 12	L	2	-	-	9	3	-	-	-	-	-	-	-
	M	2	-	-	-	2	21	-	28	-	8	-	2
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 13	L	2	2	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-
	M	3	-	4	-	2	19	-	28	-	12	-	-
	H	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UM - 14	L	-	2	-	3	4	-	-	-	9	-	-	-
	M	-	-	-	-	7	6	-	28	2	7	-	5
	H	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
UM - 15	L	-	-	-	-	12	-	-	-	15	-	-	6
	M	-	-	-	-	-	-	-	25	9	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NIVEL DE SEVERIDAD POR CADA TIPO DE FALLA

Unidad de muestreo	Severidad	Grieta de esquina (22)	Losa dividida (23)	Escala (25)	Daño del sello de la junta (26)	Grietas lineales (28)	Parche grande (29)	Parche pequeño (30)	Pulimento de agregados (31)	Mapa de grietas (36)	Grietas de retracción (37)	Descascaramiento de esquina (38)	Descascaramiento de junta (39)
UM - 16	L	-	2	-	3	10	-	-		14	-	-	5
	M	-	-	-	-	-	6	-	28	6	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
UM - 17	L	4	-	-	-	7	6	-		8	-	-	5
	M	5	-	-	-	-	-	-	28	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
UM - 18	L	-	-	-	-	5	-	-		11	-	-	9
	M	4	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
UM - 19	L	-	-	-	-	8	-	-		14	-	-	6
	M	4	-	-	-	-	7	-	28	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
UM - 20	L	-	-	-	1	5	1	-		15	-	-	-
	M	6	-	-	-	-	6	-	26	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
UM - 21	L	-	-	-	-	5	-	-		19	-	-	6
	M	6	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
	H	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
TOTAL	L	41	8	2	72	136	13	-		105		4	60
	M	61	5	4	3	28	199	2	572	17	78	2	39
	H	3	-	3	1	-	4	1		-		3	1
CANTIDAD POR TIPO DE FALLA		105	13	9	76	164	216	3	572	122	78	9	100

La severidad de las 105 fallas de tipo grieta de esquina (22) se distribuyó en 41 con severidad baja (L), 61 con severidad media (M) y 3 con severidad alta (H). En el caso de las 13 fallas de losa dividida (23), 8 presentaron severidad L y 5 severidad M. De las 9 fallas de escala (25), 2 mostraron severidad L, 4 severidad M y 3 severidad H. Para las 76 fallas de daño del sello de la junta (26), 72 tuvieron severidad L, 3 severidad M y 1 severidad H. Las 164 fallas de grietas lineales (28) incluyeron 136 con severidad L y 28 con severidad M. En cuanto a las 216 fallas de parche grande (29), 13 presentaron severidad L, 199 severidad M y 4 severidad H. De las 3 fallas de parche pequeño (30), 2 mostraron severidad M y 1 severidad H. Todas las 572 fallas de pulimento de agregados (31) presentaron severidades L, M y H. Para las 122 fallas de mapa de grietas (36), 105 tuvieron severidad L y 17 severidad M. Las 78 fallas de grietas de retracción (37) mostraron todas severidades L, M y H. De las 9 fallas de descascamiento de esquina (38), 4 tuvieron severidad L, 2 severidad M y 3 severidad H. Finalmente, de las 100 fallas de descascamiento de junta (39), 60 presentaron severidad L, 39 severidad M y 1 severidad H.

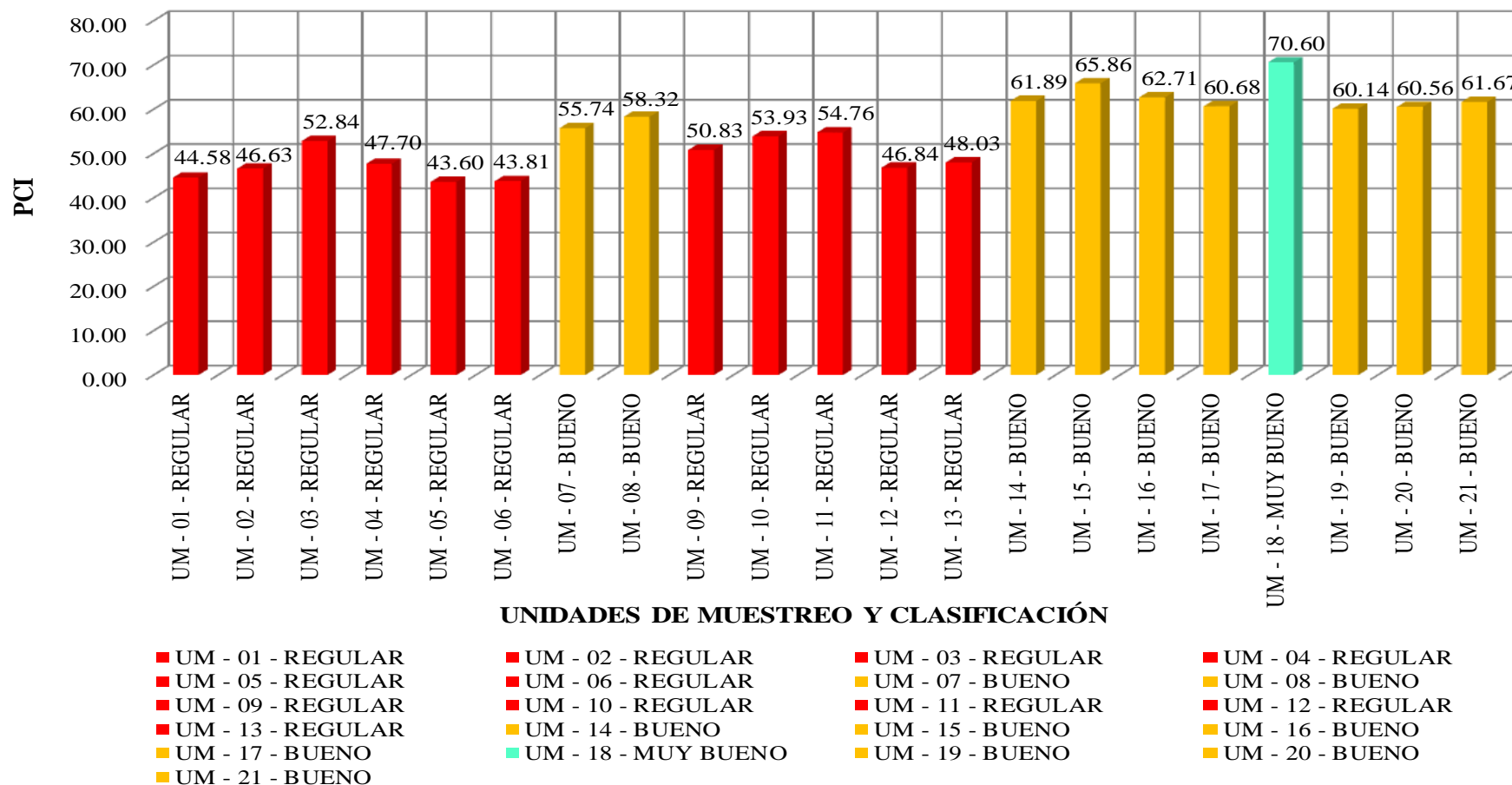
4.1.4. Índice de Condición del Pavimento (PCI)

- **PCI para cada unidad de muestreo**

A continuación, se presentan los valores del Índice de Condición del Pavimento (PCI) obtenidos en cada unidad de muestreo, con el objetivo de ofrecer un análisis detallado del estado del pavimento rígido de la calle Orellana:

Figura 66

Valores del PCI obtenido en cada una unidad de muestreo del tramo de estudio



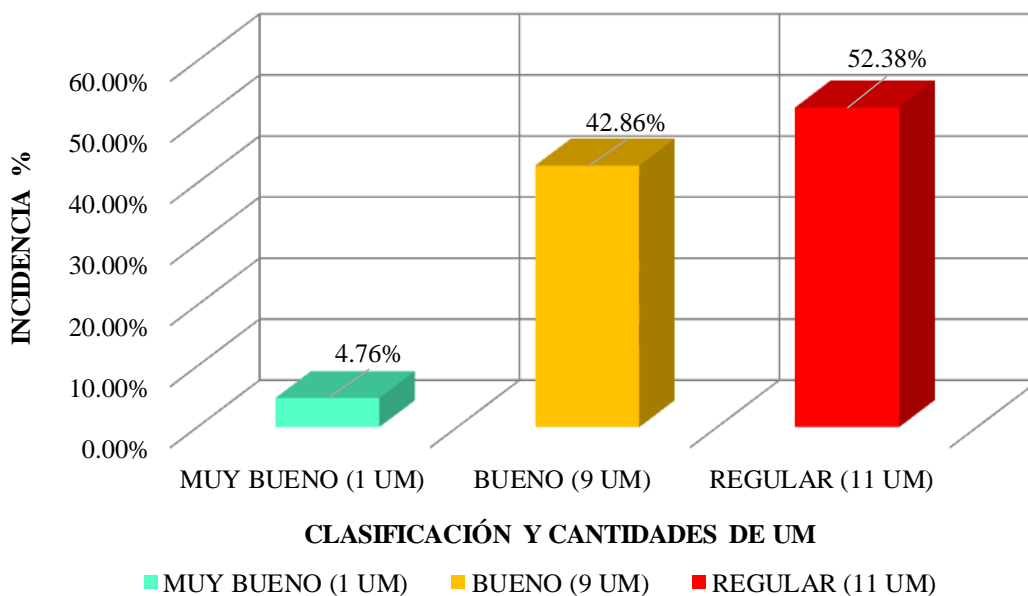
En las unidades de muestreo evaluadas, se identificaron clasificaciones de pavimento que abarcan desde regular hasta muy bueno. Específicamente, en la UM-18 de la vía de estudio, se obtuvo un valor de PCI de 70.60, lo que indica una calificación de pavimento muy bueno, siendo esta unidad la que se encuentra en las mejores condiciones de todo el tramo analizado. Por otro lado, la UM-05 mostró un valor de PCI de 43.60, clasificándose como pavimento regular, lo que la convierte en la unidad en condiciones más deficientes dentro de la vía de estudio.

- **PCI en todo el tramo de estudio**

A partir de los resultados obtenidos, se determinó que el valor de PCI para todo el tramo de estudio es de 54.84. Esto implica que la condición superficial del pavimento rígido de la Calle Orellana se clasifica como regular.

Figura 67

Rangos de clasificación del PCI en el tramo de estudio



En la evaluación de la condición superficial del pavimento rígido de la Calle Orellana, se observa que la condición más prevalente es la clasificación de estado regular, representando 11 unidades de muestreo, lo que equivale al 52.38% de la vía de estudio. A continuación, se encuentra el estado bueno, que incluye 9 unidades de muestreo y representa el 42.86% del tramo evaluado. Finalmente, hay 1 unidad de muestreo clasificada como muy buena, que representa el 4.76% del total.

4.1.5. Alternativas de solución al problema

Con un valor de PCI de 54.84 y una clasificación de la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana como regular, se concluye que, de acuerdo con el manual de carreteras: Mantenimiento o conservación vial, el tramo de estudio requiere una actividad de conservación vial denominada conservación periódica. Esta estrategia implica realizar intervenciones programadas y planificadas para mantener el pavimento en condiciones adecuadas, evitando así un deterioro mayor que podría resultar en costos más altos y en una disminución de la seguridad y funcionalidad de la vía.

Tabla 24

Tipo de conservación a desarrollar según el rango de clasificación del PCI

RANGO	CLASIFICACIÓN	TIPO DE CONSERVACIÓN
100 - 85	Excelente	Conservación rutinaria
85 - 70	Muy bueno	Conservación rutinaria
70 - 55	Bueno	Conservación periódica
55 - 40	Regular	Conservación periódica
40 - 25	Malo	Conservación periódica
25 - 10	Muy malo	Reconstrucción - rehabilitación
10 - 0	Fallado	Reconstrucción - rehabilitación

Fuente: Extraído del (MTC, 2018).

A continuación, se presenta una propuesta alternativa para la conservación del pavimento rígido de la calle Orellana, considerando los tipos, severidades y causas de fallas identificadas en el tramo de estudio.

Tabla 25*Alternativas de conservación para el tramo de estudio*

CÓDIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CAUSAS	ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN
22	Grieta de esquina	Se producen por la combinación de cargas vehiculares, pérdida de soporte y esfuerzos de flexión de la losa.	L: No se hace nada. Sellado de grietas de más de 3 mm. M: Sellado de grietas. Parcheo profundo. H: Parcheo profundo.
23	Losa dividida	Debido a sobrecargas vehiculares o soporte inadecuado de la losa.	L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm. M: Reemplazo de la losa. H: Reemplazo de la losa.
25	Escala	Se debe al asentamiento de la fundación debido a suavidad, extracción de material debajo de la losa por bombeo o erosión y alabeo de los bordes de la losa.	L: No se hace nada. Fresado. M: Fresado. H: Fresado.
26	Daño del sello de la junta	Se produce cuando se permite la acumulación de material extraño o la infiltración de agua en las juntas, lo cual no deja que la losa se expanda.	L: No se hace nada. M: Resellado de juntas. H: Resellado de juntas.
28	Grietas lineales	Son causadas por la combinación de factores como el tráfico repetido, el alabeo por gradientes térmicos y las cargas hídricas recurrentes.	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.
29	Parche grande	Se debe a que el material original ha sido extraído y sustituido por material de relleno nuevo para facilitar la instalación o mantenimiento de servicios públicos.	L: No se hace nada. M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche. H: Reemplazo del parche.

CÓDIGO DE FALLA	TIPO DE FALLA	CAUSAS	ACTIVIDAD DE CONSERVACIÓN
30	Parche pequeño	Se produce porque se ha eliminado el material existente y se ha reemplazado con material de relleno fresco debido a instalaciones de servicio.	L: No se hace nada. M: No se hace nada. Reemplazo del parche. H: Reemplazo del parche.
31	Pulimento de agregados	La causa de esta falla es el tráfico constante, lo cual revela que la superficie carezca de partículas de agregado ásperas.	L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.
36	Mapa de grietas	Es causado por un exceso de manipulación durante el acabado y puede provocar un descascamiento.	L: No se hace nada. M: No se hace nada. Reemplazo de la losa. H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.
37	Grietas de retracción	Se producen durante el proceso de colocación y endurecimiento del concreto, no se extienden a lo largo de todo el espesor de la losa.	L, M y H: No se hace nada.
38	Descascamiento de esquina	Debido a la repetición de cargas pesadas y a la deficiencia en la resistencia del concreto al momento de su ejecución.	L: No se hace nada. M: Parcheo parcial. H: Parcheo parcial.
39	Descascamiento de junta	Es causada por esfuerzos excesivos en la junta debido a cargas de tráfico, acumulación de agua y concreto débil en la junta.	L: No se hace nada. M: Parcheo parcial. H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta.

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

4.1.5.1. Detalle de actividades de conservación

A continuación, se detalla una propuesta de conservación del pavimento rígido de la calle Orellana, basada en las directrices del manual de carreteras: Mantenimiento o conservación, que abordan los diferentes tipos de fallas y sus procedimientos de reparación.

- **Resellado de juntas y sellado de grietas en calzada**
 - **Descripción:** Este proceso implica el resellado de juntas y el sellado de grietas en la calzada, clasificándolas según su ancho, forma y ubicación, las juntas pueden ser de varios anchos, desde menos de 12 mm hasta más de 30 mm.
 - **Procedimiento de ejecución:** La limpieza de juntas y grietas en el pavimento rígido es un paso crucial para garantizar la durabilidad y funcionalidad de la vía, este proceso consiste en eliminar impurezas y restos de sellos antiguos de manera minuciosa. Para llevar a cabo esta tarea, se emplearán herramientas adecuadas, como sierras y equipos manuales, que permiten realizar la actividad sin desprender trozos de concreto, asegurando así una correcta preparación de la superficie, una vez retirado el sello viejo, se procede a la imprimación entre el nuevo sellante y las paredes de las juntas o grietas. Esta fase es esencial, ya que se utilizarán equipos mecánicos específicos para asegurar un vaciado continuo y uniforme, evitando que queden espacios vacíos entre el material y las paredes de las juntas, esto contribuye a una reparación más eficaz y duradera. Los materiales de sellado que se utilizarán varían según el ancho de las juntas o grietas que se vayan a reparar, para juntas de hasta 12 mm de ancho, se emplearán productos que cuenten con una deformación admisible entre el 20% y el 30%, en el caso de juntas que midan entre 12 mm y 20 mm, se realizará el sellado con productos termoplásticos aplicados en caliente, los cuales deben tener una deformación admisible entre el 10% y el 20%, para juntas de entre 20 mm y 30 mm, así como para grietas que midan entre 3 mm y 30 mm, se optará por un mástic asfáltico modificado con polímero, finalmente, para juntas y grietas con un ancho superior a 30 mm, se utilizará una mezcla de arena y emulsión asfáltica, con una dosis mínima del 18% de emulsión. Es fundamental que todos los materiales utilizados en este proceso cumplan con las normativas pertinentes, como las normas ASTM D 1190-74, ASTM D 3405-78 y ASTM D 3406-78.

- **Reparación de losas de calzada en espesor total**

- **Descripción:** Consiste en la restauración de defectos en las losas del pavimento rígido de forma integral; esto es, sustituyendo una sección o la totalidad de su espesor completo, con el objetivo de restaurar las propiedades operativas de la vía, tal intervención se lleva a cabo cuando el pavimento exhibe daños como fisuras lineales, fisuras en los vértices o en las juntas que muestran descomposición de los bordes, las cuales exceden un tercio de la profundidad de la losa.

- **Procedimiento de ejecución:** El área a sustituir ha de ser separada previamente del resto del pavimento antes de efectuar las labores de extracción del concreto, seguidamente se procederá a la depuración del espacio donde se ejecutará el vertido del nuevo concreto, tomando en cuenta que tanto el material fresco como el antiguo deben adherirse de manera homogénea e insoluble. Los materiales a emplear incluirán concreto hidráulico, sustancias aditivas, compuestos químicos para la estabilización y selladores para las articulaciones, mientras que los equipos empleados comprenden un compresor con taladro para fracturar las losas con defectos notorios, un camión de volquete para transportar el sobrante, una máquina mezcladora de concreto, un vibrador para el mortero y utensilios manuales tales como palas, fratasos, entre otros.

- **Microfresado de losas en calzada o cepillado superficial**

- **Descripción:** Esta actividad consta en cortar o cepillar superficialmente la losa de concreto del pavimento, con la finalidad de disminuir los escalonamientos, irregularidades, deformaciones por gradientes térmicos, excesiva rugosidad y reducción de ruido, para la mejora del estado, serviciabilidad, seguridad y alargar la vida útil de la vía. Este proceso no brinda un incremento en la capacidad estructural del pavimento, pero si disminuye los efectos dinámicos a causa de las cargas vehiculares.

- **Procedimiento de ejecución:** Para ejecutar esta acción correctiva, no se hará uso de materiales, ya que se utilizará una maquina autopropulsada microfresadora para suavizar y dar una textura apropiada a la superficie, procurando que el equipo no dañe el material a mayores profundidades del corte planteado. El tratamiento

deberá abarcar gran parte de la superficie, la cual tendrá que quedar bien lisa, sin desniveles entre juntas o grietas.

- **Reemplazo de losas en calzada**

- **Descripción:** La actividad de remoción de losas en la calzada tiene como objetivo el reemplazo de las losas deterioradas que ya no cumplen con las condiciones funcionales requeridas para el pavimento, este procedimiento comienza con la identificación y demarcación de las losas que necesitan ser retiradas.

- **Procedimiento de ejecución:** El procedimiento de remoción de losas para su posterior reemplazo implica varios pasos esenciales, en primer lugar, se demarcarán las losas que deben ser retiradas, posteriormente, se procederá a demoler cada losa deteriorada, asegurándose de no afectar las losas adyacentes durante el proceso, si durante la remoción se ocasiona algún daño en la subbase o en cualquier otra sección del pavimento, será necesario llevar a cabo reparaciones. Una vez completada la demolición, se debe preparar adecuadamente la fundación de las nuevas losas, verificando que cumplan con las condiciones óptimas de humedad, el siguiente paso es el vaciado del nuevo concreto, que se realizará contra las caras de las losas no removidas, para garantizar una correcta adherencia, es crucial que estas superficies estén húmedas y limpias de impurezas, el proceso también incluirá el vibrado del concreto para asegurar su compactación. Finalmente, es fundamental que el nuevo concreto alcance la resistencia especificada y tenga una textura adecuada. Los materiales necesarios para este trabajo incluyen concreto hidráulico, aditivos, productos químicos para el curado y sellantes para juntas. Los equipos utilizados serán un compresor con taladro para romper las losas, un camión volquete para transportar el material excedente, una mezcladora de concreto, un vibrador de concreto y herramientas manuales como palas y frotachos.

4.2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- De acuerdo a los hallazgos de esta investigación se identificó que los tipos de fallas con mayor porcentaje de incidencia en el pavimento rígido de la calle Orellana de la ciudad de Jaén, fueron el pulimento de agregados con 38.99%, el cual se produce por el tráfico vehicular constante lo cual revela que la superficie

carezca de partículas de agregados ásperas como también se debe a la inadecuada resistencia del concreto y parche grande con 14.72%, el cual se debe por la excavación de servicios públicos donde el pavimento original es reemplazado por material de relleno nuevo para facilitar el mantenimiento de instalaciones subterráneas; con respecto a los niveles de severidad se pudo observar fallas con severidades bajo (L), medio (M) y alto (H) siendo estas dos primeras las severidades más representativas del tramo de estudio. Comparando estos resultados determinamos que tiene coincidencia con lo descrito en las investigaciones de los antecedentes locales como Collantes Olano (2021) el cual menciona que las clases de fallas mas encontradas en el pavimento rígido de la calle San Carlos de la ciudad de Jaén, fueron parche grande con 53.13% y pulimento de agregados con 23.58% teniendo así diferentes niveles de severidad en donde se destaca el nivel bajo (L) y medio (M) en su vía de estudio.

- Concluida la evaluación de la condición superficial del pavimento rígido mediante el método PCI de la calle Orellana, en el cual se inspeccionaron 21 unidades de muestreo (once muestras como pavimento regular, nueve muestras en condición bueno y una muestra de tipo muy bueno), consiguiendo un Índice de Condición del Pavimento (PCI) igual a 54.84, con un grado de condición del pavimento clasificado como regular, por ello se destaca la coincidencia de los resultados obtenidos por los autores Flores & Mendoza (2021) mencionados en los antecedentes nacionales, los cuales evaluaron la condición de la superficie del pavimento rígido de la calle Triunfo - Chepén - La Libertad mediante el metodo PCI, en el cual inspeccionaron 17 unidades de muestreo (dos de tipo muy bueno, cinco muestras como pavimento bueno, seis en condición regular y cuatro se catalogan como un pavimento malo), dando como resultado un PCI de 51 clasificando al tramo de estudio como un pavimento regular.
- Según los resultados de esta investigación se obtuvo que la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana fue regular, por ello según el manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación vial, este tramo de estudio le corresponde una conservación periódica, en el cual se presentan alternativas de solución para el tratamiento de las fallas resgistradas como lo son el resellado de juntas y sellado de grietas en calzada, reparación de losas de calzada en espesor total, microfresado de losas en calzada o cepillado superficial y reemplazo de losas en calzada, los cuales aportan a la mejora del estado del pavimento. Sin embargo

este resultado se contradice a lo que obtuvo Pérez Acosta (2021) en su investigación descrita en los antecedentes internacionales, el cual evaluó el pavimento rígido de la avenida La Victoria en Bogotá y concluyó que el 10.5% necesitaba reconstrucción, el 3.6% mantenimiento periódico y el 57.9% rehabilitación, por lo cual recomendó que en todo el tramo de estudio se haga una intervención de tipo rehabilitación, generando comodidad y seguridad en la vía a largo plazo.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Una vez concluido el trabajo de investigación, se establece que la hipótesis inicialmente planteada es incorrecta, dado que la condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana en la ciudad de Jaén se clasifica como regular y no como malo.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La condición superficial del pavimento rígido de la calle Orellana, es regular según su Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- Se realizó el levantamiento topográfico llegando a determinar que la calle Orellana alcanzó una longitud de 1.12 km, presentando losas con un ancho promedio de 3.5 m y longitudes que varían entre 3.5 m y 5 m. Con respecto al estudio de tránsito indicó que el Índice Medio Diario Anual (IMDA) fue de 1020 vehículos por día, en donde los vehículos más representativos fueron las mototaxis y motos lineales.
- Se identificaron 12 de los 19 tipos de fallas en las 588 losas del pavimento rígido de la calle Orellana, según su incidencia se observó que las fallas más prevalentes fueron el pulimento de agregados y parche grande, seguidas de las grietas lineales, mapa de grietas, grieta de esquina, descascamiento de junta, grietas de retracción, daño del sello de la junta, losa dividida y descascamiento de esquina; por otro lado, las fallas menos representativas fueron las de tipo escala y parche pequeño.
- Se evaluó el nivel de severidad de las fallas observadas en el pavimento rígido de la calle Orellana, encontrando niveles bajos (L), medios (M) y altos (H), en la cual las severidades más altas se encontraron más a menudo en las primeras unidades de muestreo (UM 01 - 13) y las severidades más bajas se presentaron mayormente en las últimas unidades de muestreo (UM 14 - 21).
- El valor del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para la calle Orellana, se determinó como el promedio de los PCI de las 21 unidades de muestra obtenidos, resultando así un PCI de 54.84.
- La propuesta de solución para el tratamiento de las fallas encontradas en función a la conservación del pavimento no solo beneficiará a los usuarios de la calle Orellana, sino que también apoyará el desarrollo urbano y la seguridad vial en toda la ciudad. Al tramo de estudio le corresponde una conservación periódica, dado que el PCI de la calle Orellana es de 54.84 lo cual clasifica al pavimento en

un estado regular, este tipo de conservación incluye actividades como el resellado de juntas y el sellado de grietas en la calzada, la reparación de losas en espesor total, el microfresado de losas o cepillado superficial y el reemplazo de losas en la calzada.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere desarrollar una evaluación estructural al pavimento rígido de la calle Orellana, para así complementar esta investigación, ya que solo se evaluó la condición superficial del pavimento teniendo en cuenta la presencia de diferentes tipos de fallas; esto servirá de mucha ayuda para la elección en cuanto a su mantenimiento, reconstrucción o rehabilitación de la vía por parte de las autoridades correspondientes.
- Se recomienda investigar y utilizar nuevas tecnologías para el levantamiento topográfico, lo cual involucra el empleo de nuevos equipos para así aumentar la productividad y disminuir costos.
- Asimismo, se recomienda la organización de las autoridades de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, para crear convenios con la municipalidad y gobierno regional para facilitar y brindar seguridad en el desarrollo de esta clase de trabajos de investigación.
- Por último, se aconseja a la Municipalidad Provincial de Jaén llevar a cabo un plan de monitoreo constante sobre las condiciones de los pavimentos de la ciudad de Jaén, para que así puedan intervenir a tiempo y alargar la vida útil de estos. Por otro lado, se sugiere que tomen en cuenta y complementen las alternativas de solución de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aristizabal Soto, M. C., Canizales Perez, H. L., & Leiva Lozano, J. S. (2020). Evaluación del estado del pavimento rígido en el segmento de vía de la avenida Ferrocarril entre calles 37 y 31 de la ciudad de Ibagué Tolima Universidad Cooperativa de Colombia facultad de ingeniería programa de ingeniería civil Ibagué-Tolima 2020. Universidad Cooperativa de Colombia.
- ASSHTO 93. (1993). ASSHTO 93.
- ASTM D6433-03. (2003). Manual PCI ASTM D 6433.
- Barrantes Troyes, C. M. (2021). Análisis del estado actual del pavimento rígido en la ciudad de Jaén-Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Collantes Olano, D. M. (2021). Evaluación superficial del pavimento rígido, aplicando el método del PCI en la calle San Carlos - Jaén - Cajamarca-2021. Universidad César Vallejo.
- Dávila Vidarte, D. J., Huangal Castañeda, N. E., & Salazar Bravo, W. A. (2017). Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo.
- Flores Correa, J. P., & Mendoza Mejia, E. (2021). Evaluación de las fallas del pavimento rígido mediante el método PCI en la calle Triunfo - Chepén - la Libertad 2021. Universidad Cesar Vallejo.
- Granda Hinostroza, C. G. (2019). Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial tramo Chaupimarca-Yanacancha-Pasco-2018. Universidad Nacional Daniel A. Carrión.
- Lizana Cusquisiban, C. S., & Vargas Vasquez, J. G. (2024). Análisis del estado del pavimento rígido en la calle Huamantanga mediante la metodología del Pavement Condition Index (PCI), Jaén- Cajamarca. Universidad Nacional de Jaén.
- Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, Pub. L. No. R.D. N°10-2014-MTC/14 (2014).
- Manual de diseño geométrico de vías urbanas. (2005).
www.vchisa.com.pe
www.construccion.org.pe

- Menéndez Acurio, J. R. (2009). Ingeniería de pavimentos.
- Menéndez, J. R. (2003). Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas. www.oit.org.pe
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos.
- Montejo Fonseca, A. (2002). Ingeniería de pavimentos para carreteras. Universidad Católica de Colombia.
- Montes de Oca Hidalgo, M. P., Sequeira Rojas, W., Ávila Esquivel, T., & Aguiar Moya, J. P. (2021). Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica. *Infraestructura Vial*, 23(42), 53-60. <https://doi.org/10.15517/iv.v23i42.46947>
- MTC. (2018). Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.
- Pérez Acosta, D. M. (2021). Diagnóstico de pavimentos mediante el método PCI y análisis de la influencia del mal estado de la vía con relación al número de accidentes presentados en la Av. La Victoria (carrera 4 este) entre calle 37 sur y calle 27a sur. Universidad Católica de Colombia.
- Regalado Carrión, F. (2023). Evaluación del estado actual del pavimento rígido mediante el método del PCI en la calle Zarumilla de la ciudad de Jaén - Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sánchez Delgado, F. L. (2023). Estado de condición del pavimento rígido mediante el método del PCI de la Av. San Pedro del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, Región Amazonas, 2023. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Sánchez Vera, W. (2022). Evaluación del estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte comprendido entre las intersecciones con la Av. Independencia y el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca utilizando el método Índice de Condición del Pavimento (PCI) - 2019. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Tafur Arévalo, R. (2021). Tipo de condición del pavimento rígido aplicando métodos del PCI y MTC para proponer el tipo de conservación en la Urbanización Monterrico-Distrito de Santiago de Surco. Universidad Ricardo Palma.
- Vásquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos

asfálticos y de concreto en carreteras.

Villar Martos, K. X. (2023). «Evaluación de la condición funcional del pavimento rígido del jirón Juan Beato Macías desde la cuadra 1 hasta la cuadra 12 de la ciudad de Cajamarca». Universidad nacional de Cajamarca.

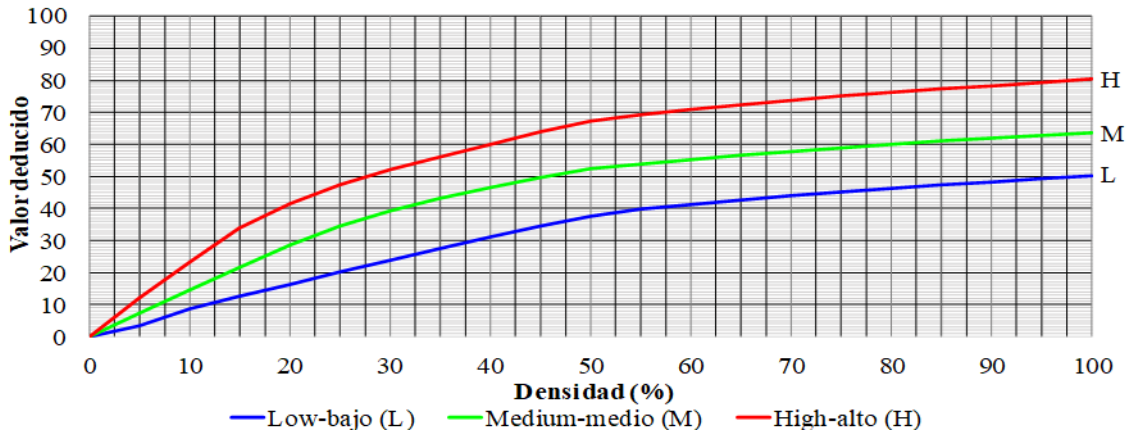
Zeballos Rodriguez, A. L., & Alejandro Rayo, S. J. (2021). Evaluación y análisis del estado superficial del pavimento rígido del Jirón Huallayco, comprendido entre la cuadra uno y veinte del distrito de Huánuco, mediante el método del PCI en el año 2021. Universidad Nacional «Hermilio Valdizán».

ANEXOS

ANEXO 01: TABLAS Y ÁBACOS DE VALORES DEDUCIDOS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS.

Figura 68

Ábaco para valores deducidos de la falla 22 - grieta de esquina



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 26

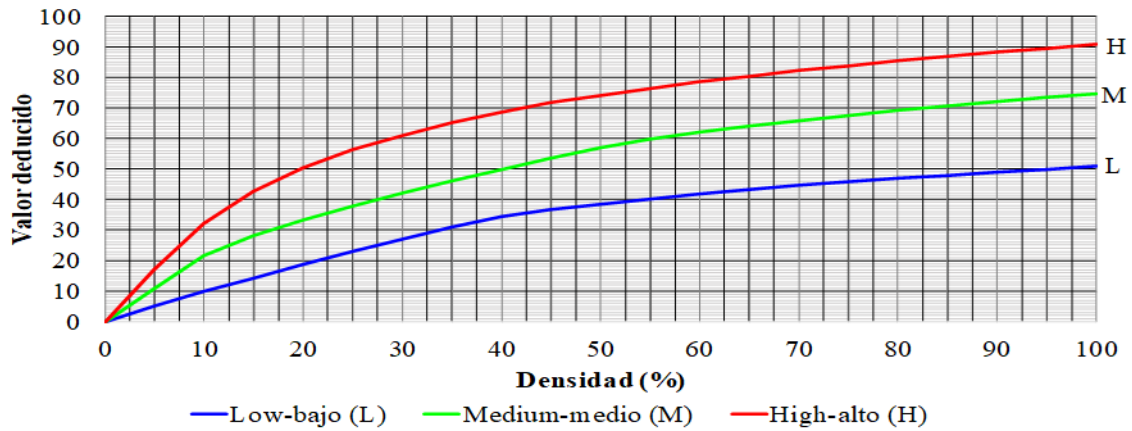
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 22 - grieta de esquina

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.50	7.20	12.10
10.00	8.70	14.50	23.40
15.00	12.60	21.70	34.00
20.00	16.40	28.70	41.50
25.00	20.20	34.40	47.30
30.00	23.80	39.20	52.10
35.00	27.40	43.10	56.10
40.00	31.00	46.60	60.00
45.00	34.50	49.60	64.00
50.00	37.50	52.30	67.30
55.00	39.70	53.80	69.30
60.00	41.20	55.30	70.90
65.00	42.60	56.60	72.40
70.00	43.90	57.80	73.80
75.00	45.10	58.90	75.00
80.00	46.20	60.00	76.20
85.00	47.30	61.00	77.30
90.00	48.30	61.90	78.30
95.00	49.20	62.80	79.30
100.00	50.10	63.70	80.30

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 69

Ábaco para valores deducidos de la falla 23 - losa dividida



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 27

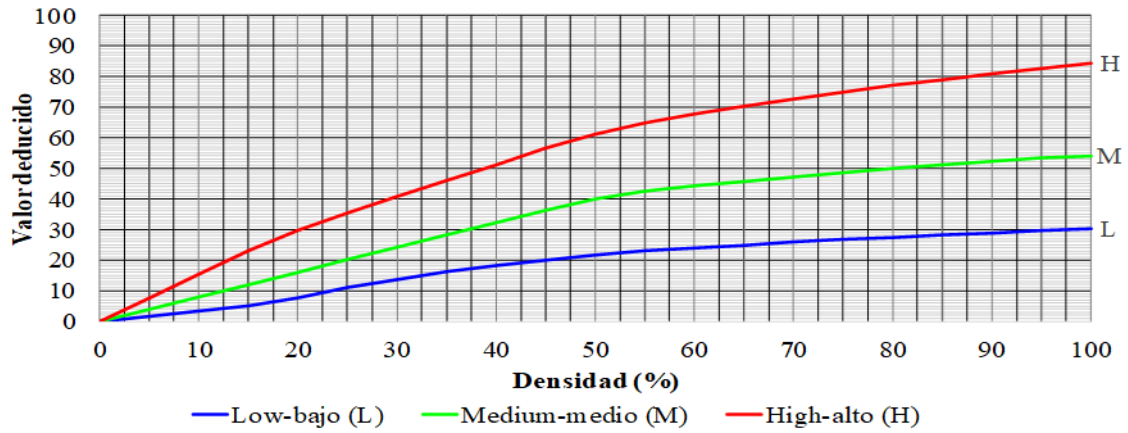
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 23 - losa dividida

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	5.10	10.70	17.00
10.00	9.80	21.50	32.00
15.00	14.20	28.20	42.70
20.00	18.60	33.30	50.30
25.00	22.90	37.90	56.20
30.00	27.10	42.20	61.00
35.00	31.00	46.10	65.10
40.00	34.50	49.90	68.60
45.00	36.60	53.40	71.80
50.00	38.50	56.80	74.00
55.00	40.20	59.80	76.30
60.00	41.70	62.00	78.40
65.00	43.10	64.00	80.30
70.00	44.50	65.80	82.10
75.00	45.70	67.50	83.70
80.00	46.80	69.10	85.30
85.00	47.90	70.50	86.80
90.00	48.90	71.90	88.10
95.00	49.90	73.30	89.40
100.00	50.80	74.50	90.70

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 70

Ábaco para valores deducidos de la falla 25 - escala



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 28

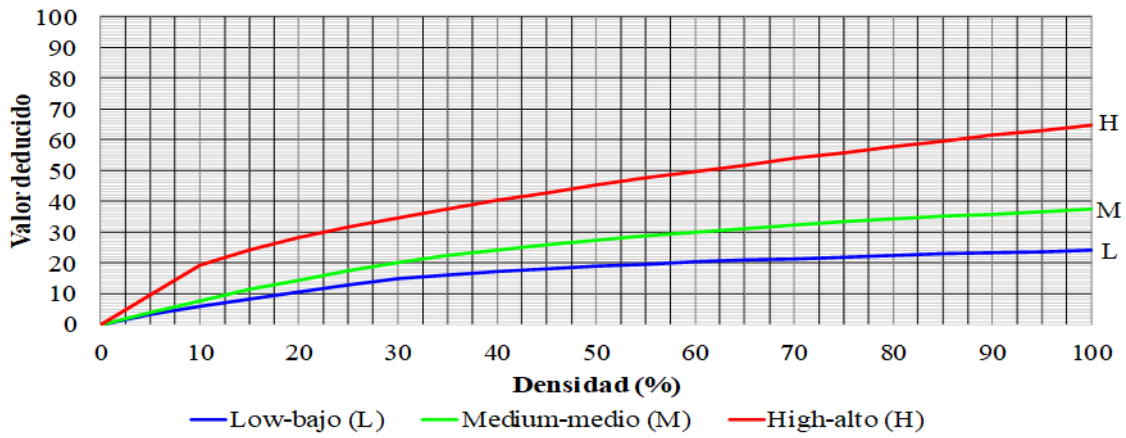
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 25 - escala

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.50	3.90	7.70
10.00	3.30	8.00	15.40
15.00	5.00	12.00	23.00
20.00	7.50	16.00	29.70
25.00	10.90	20.10	35.30
30.00	13.70	24.10	40.70
35.00	16.10	28.10	46.00
40.00	18.10	32.20	51.00
45.00	19.90	36.20	56.40
50.00	21.60	39.90	61.00
55.00	23.00	42.40	64.90
60.00	24.00	44.10	67.70
65.00	24.90	45.70	70.30
70.00	25.80	47.20	72.70
75.00	26.70	48.60	74.90
80.00	27.40	49.90	77.00
85.00	28.20	51.10	78.90
90.00	28.90	52.20	80.80
95.00	29.50	53.30	82.50
100.00	30.10	54.00	84.20

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 71

Ábaco para valores deducidos de la falla 28 – grietas lineales



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 29

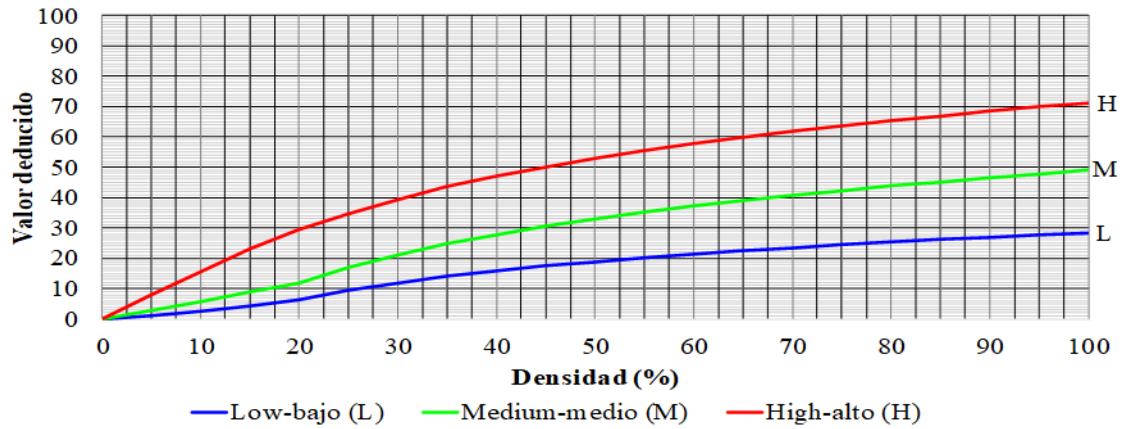
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 28 – grietas lineales

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00	18.90	27.50	45.20
55.00	19.60	28.80	47.50
60.00	20.30	30.10	49.70
65.00	20.90	31.20	51.80
70.00	21.40	32.30	53.90
75.00	22.00	33.30	55.80
80.00	22.40	34.20	57.70
85.00	22.90	35.10	59.60
90.00	23.30	35.90	61.40
95.00	23.70	36.70	63.10
100.00	24.10	37.40	64.80

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 72

Ábaco para valores deducidos de la falla 29 – parche grande



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 30

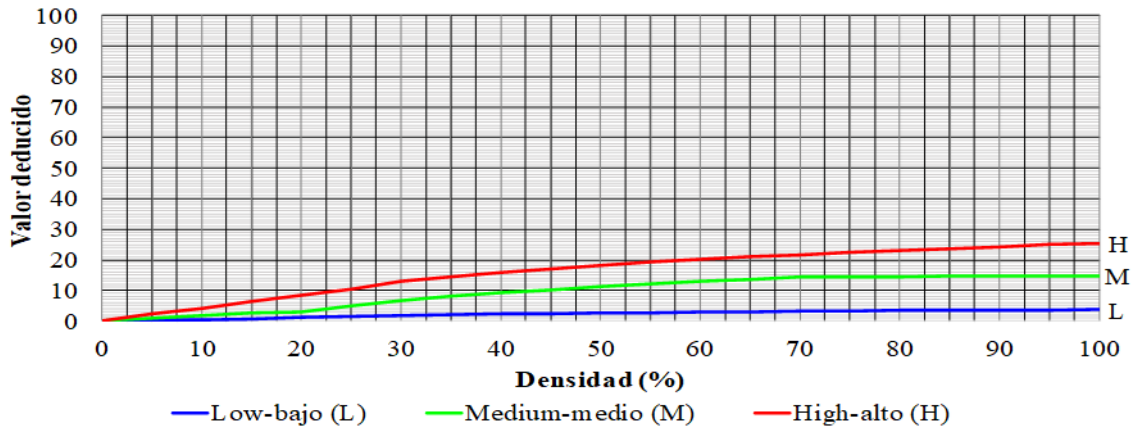
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 29 – parche grande

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.10	2.90	8.00
10.00	2.70	5.80	15.70
15.00	4.30	8.80	23.20
20.00	6.30	11.70	29.50
25.00	9.40	16.90	34.60
30.00	11.90	21.10	39.40
35.00	14.00	24.70	43.50
40.00	15.80	27.80	47.00
45.00	17.50	30.50	50.10
50.00	18.90	33.00	52.90
55.00	20.20	35.20	55.40
60.00	21.40	37.20	57.70
65.00	22.50	39.00	59.80
70.00	23.50	40.70	61.80
75.00	24.50	42.30	63.60
80.00	25.40	43.80	65.30
85.00	26.20	45.20	66.90
90.00	27.00	46.60	68.50
95.00	27.70	47.80	69.90
100.00	28.40	49.00	71.20

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 73

Ábaco para valores deducidos de la falla 30 – parche pequeño



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 31

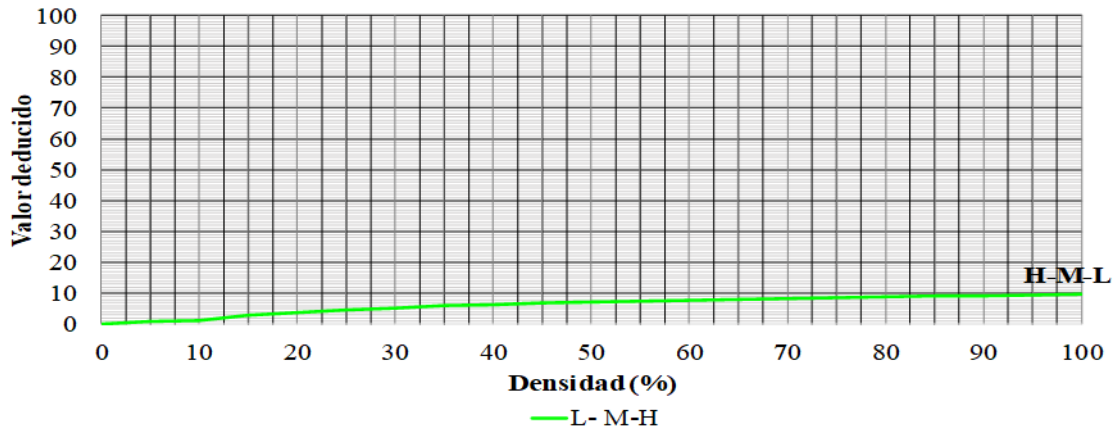
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 30 – parche pequeño

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.20	0.90	2.20
10.00	0.40	1.70	4.20
15.00	0.60	2.60	6.30
20.00	1.10	3.00	8.40
25.00	1.50	5.00	10.50
30.00	1.80	6.60	12.90
35.00	2.00	8.00	14.50
40.00	2.20	9.20	15.90
45.00	2.40	10.20	17.10
50.00	2.60	11.20	18.20
55.00	2.70	12.00	19.20
60.00	2.90	12.90	20.10
65.00	3.00	13.50	21.00
70.00	3.10	14.40	21.70
75.00	3.30	14.40	22.40
80.00	3.40	14.50	23.10
85.00	3.50	14.60	23.70
90.00	3.60	14.70	24.30
95.00	3.60	14.80	24.90
100.00	3.70	14.80	25.40

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 74

Ábaco para valores deducidos de la falla 31 – pulimento de agregados



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 32

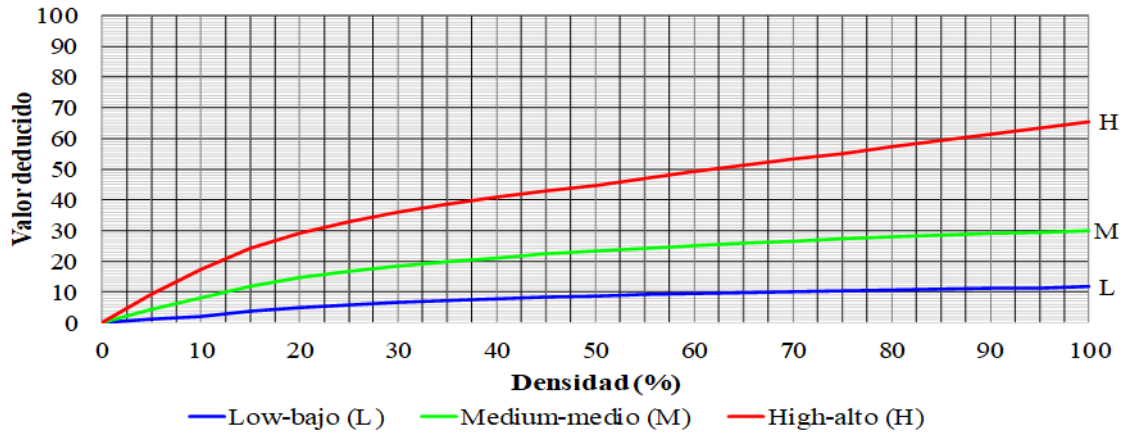
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 31 – pulimento de agregados

VALOR DEDUCIDO	
DENSIDAD	L- M-H
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 75

Ábaco para valores deducidos de la falla 36 - mapa de grietas



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 33

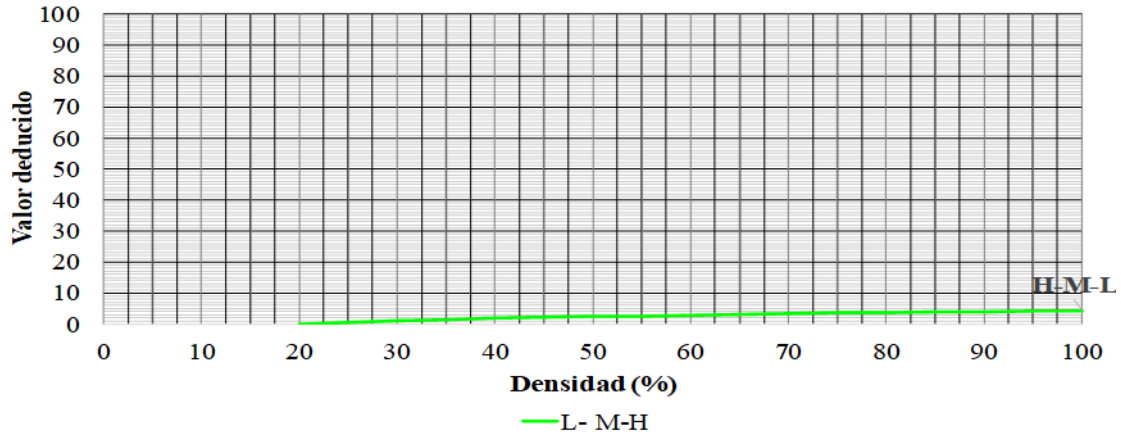
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 36 - mapa de grietas

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.20	4.20	9.30
10.00	2.10	8.00	17.30
15.00	3.80	11.90	24.20
20.00	5.00	14.60	29.10
25.00	5.90	16.70	33.00
30.00	6.70	18.50	36.10
35.00	7.30	20.00	38.70
40.00	7.90	21.20	41.00
45.00	8.30	22.40	43.00
50.00	8.80	23.40	44.80
55.00	9.20	24.30	47.00
60.00	9.50	25.10	49.20
65.00	9.90	25.90	51.20
70.00	10.20	26.60	53.20
75.00	10.50	27.30	55.20
80.00	10.70	27.90	57.30
85.00	11.00	28.50	59.30
90.00	11.20	29.00	61.30
95.00	11.40	29.50	63.30
100.00	11.70	30.00	65.30

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 76

Ábaco para valores deducidos de la falla 37 – grietas de retracción



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 34

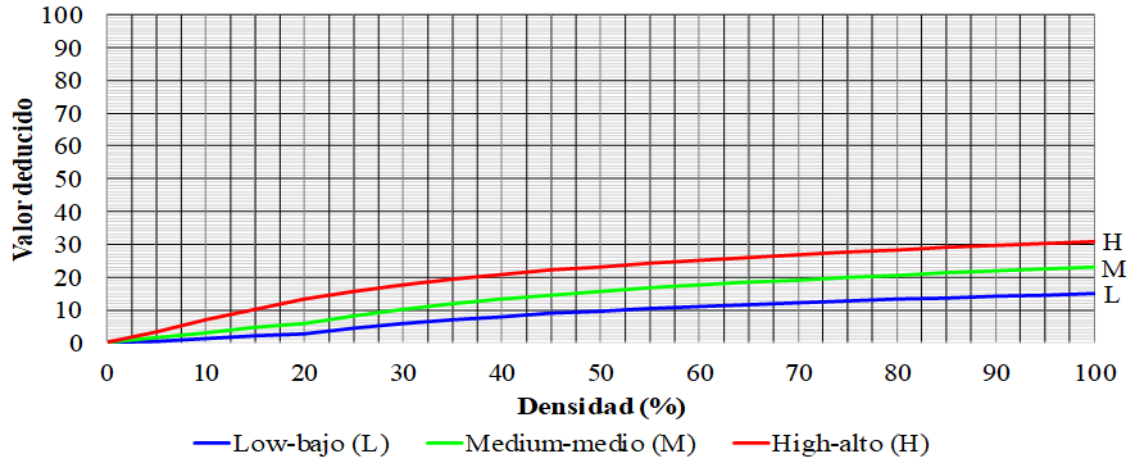
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 37 – grietas de retracción

VALOR DEDUCIDO	
DENSIDAD	L- M-H
0.00	
5.00	
10.00	
15.00	
20.00	0.00
25.00	0.50
30.00	1.00
35.00	1.40
40.00	1.80
45.00	2.10
50.00	2.40
55.00	2.60
60.00	2.90
65.00	3.10
70.00	3.30
75.00	3.50
80.00	3.60
85.00	3.80
90.00	4.00
95.00	4.10
100.00	4.30

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 77

Ábaco para valores deducidos de la falla 38 – descascaramiento de esquina



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 35

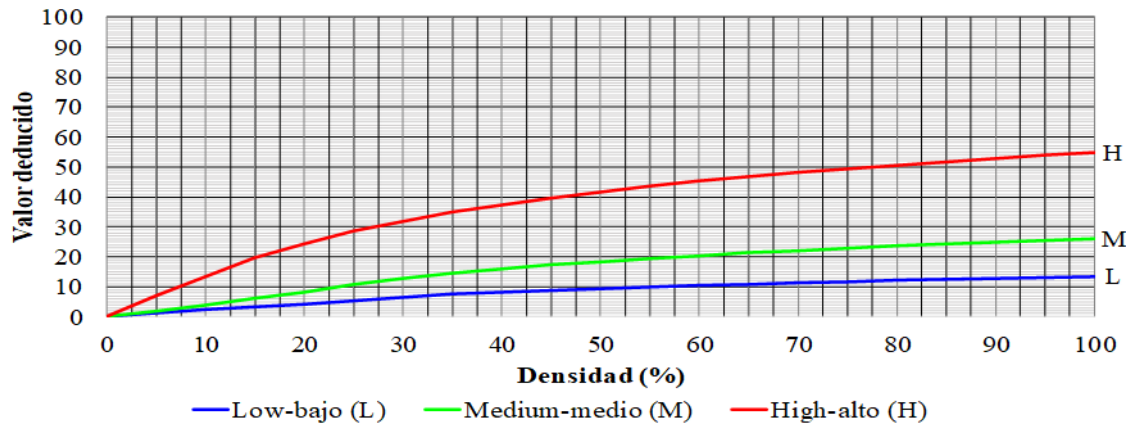
Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 38 – descascaramiento de esquina

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 78

Ábaco para valores deducidos de la falla 39 - descascaramiento de junta



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 36

Valores deducidos tabulados del ábaco para la falla 39 - descascaramiento de junta

VALOR DEDUCIDO			
DENSIDAD	Low-bajo (L)	Medium-medio (M)	High-alto (H)
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	1.40	2.00	7.00
10.00	2.40	4.00	13.40
15.00	3.20	6.10	19.70
20.00	4.20	8.30	24.20
25.00	5.40	10.80	28.50
30.00	6.50	12.80	31.90
35.00	7.63	14.50	34.90
40.00	8.10	16.00	37.40
45.00	8.80	17.30	39.70
50.00	9.40	18.40	41.70
55.00	9.90	19.50	43.50
60.00	10.40	20.40	45.20
65.00	10.90	21.30	46.70
70.00	11.30	22.10	48.10
75.00	11.70	22.90	49.40
80.00	12.10	23.60	50.60
85.00	12.40	24.20	51.80
90.00	12.70	24.90	52.90
95.00	13.00	25.50	53.90
100.00	13.30	26.00	54.90

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Tabla 37*Valores deducidos de la falla 26 – daño del sello de la junta*

LOW-BAJO (L)	2 puntos
MEDIUM-MEDIO (M)	4 puntos
HIGH-ALTO (H)	8 puntos

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

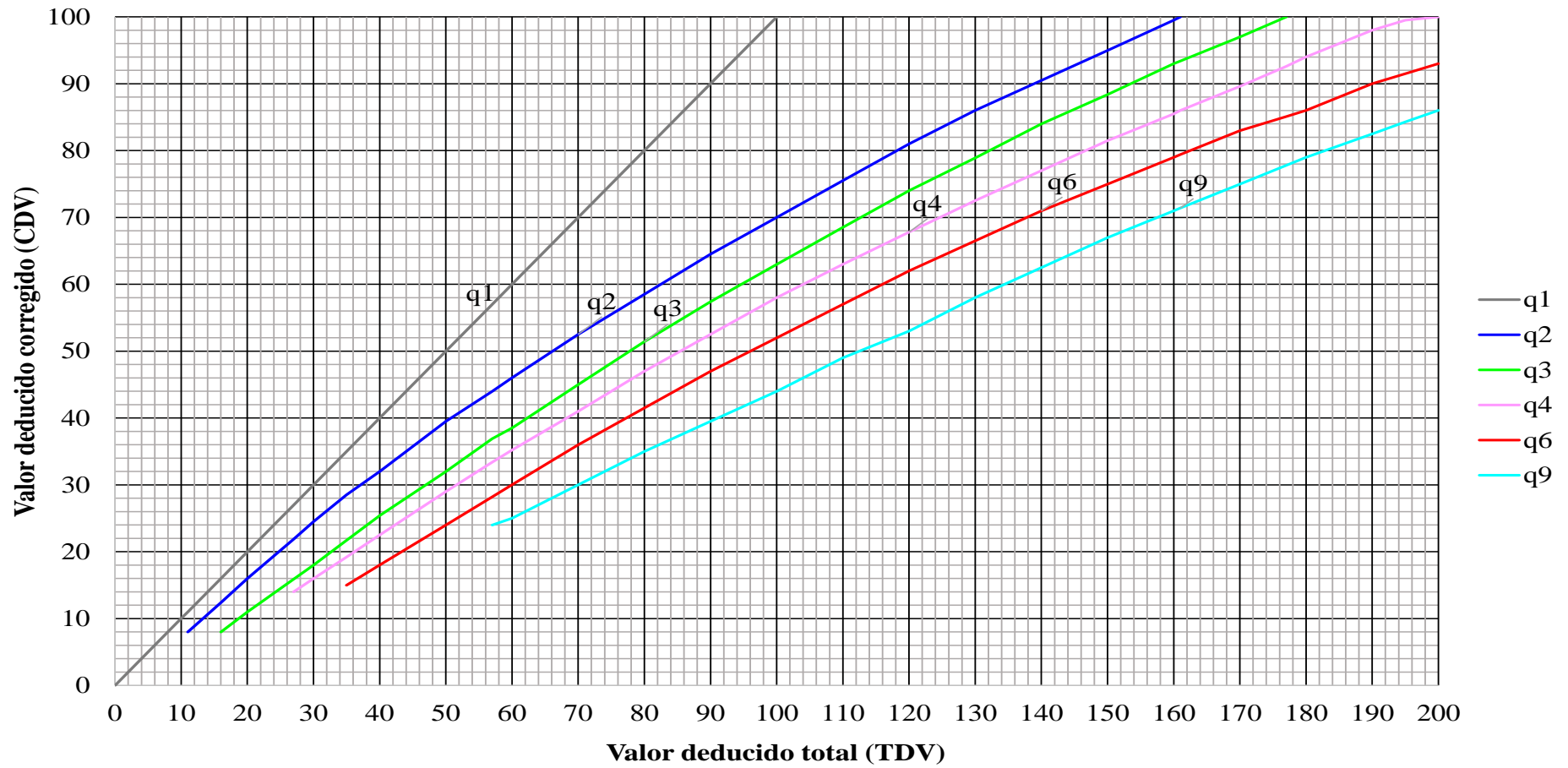
Tabla 38*Valores Deducidos Corregidos (CDV) tabulados*

Total de valor deducido (TDV)	Valores Deducidos Corregidos (CDV)					
	q1	q2	q3	q4	q6	q9
0.00	0.00					
10.00	10.00					
11.00	11.00	8.00				
16.00	16.00	12.40	8.00			
20.00	20.00	16.00	11.00			
27.00	27.00	21.90	15.90	14.00		
30.00	30.00	24.50	18.00	16.00		
35.00	35.00	28.50	21.70	19.20	15.00	
40.00	40.00	32.00	25.40	22.50	18.00	
50.00	50.00	39.50	32.00	29.00	24.00	
57.00	57.00	44.00	36.90	33.40	28.20	24.00
60.00	60.00	46.00	38.50	35.20	30.00	25.00
70.00	70.00	52.50	45.00	41.00	36.00	30.00
80.00	80.00	58.50	51.40	47.00	41.50	35.00
90.00	90.00	64.50	57.40	52.50	47.00	39.50
100.00	100.00	70.00	63.00	58.00	52.00	44.00
110.00		75.50	68.50	63.00	57.00	49.00
120.00		81.00	74.00	67.80	62.00	53.00
130.00		86.00	78.90	72.50	66.50	58.00
140.00		90.50	84.00	77.00	71.00	62.50
150.00		95.00	88.40	81.50	75.00	67.00
160.00		99.50	93.00	85.50	79.00	71.00
161.00		100.00	93.40	86.00	79.40	71.40
170.00			97.00	89.60	83.00	75.00
177.00			100.00	92.60	85.10	77.80
180.00				94.00	86.00	79.00
190.00				98.00	90.00	82.50
195.00				99.50	91.50	84.30
200.00				100.00	93.00	86.00

Fuente: Extraído de ASTM D6433-03 (2003).

Figura 79

Curva de Valor Deducido Corregido (CDV)



Fuente: Adaptado de ASTM D6433-03 (2003).

**ANEXO 02: FORMATO DE CÁLCULO DEL PCI PARA CADA UNIDAD DE
MUESTREO**

Figura 80

Formato de cálculo del PCI de la UM-01



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 															
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS															
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:			
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA			
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:			
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-01				488.33 m ²				05/08/2024			
PROGRESIVA INICIAL:		0+000		NÚMERO DE LOSAS:		TIPO DE PAVIMENTO:		ESQUEMA:							
PROGRESIVA FINAL:		0+067.62		28		RÍGIDO									
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados											0+067.62			
22 Grieta de esquina	32 Popouts											27	31	28	31
23 Losa dividida	33 Bombeo											29 M	29 M	39 L	29 M
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzonamiento											28 L	28 L	28 L	28 L
25 Escala	35 Cruce de vía férrea											25	31	26	31
26 Sello de junta	36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado											28 L	28 L	29 M	29 M
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción											38 H	38 H	25 H	25 H
28 Grietas lineales	38 Descascaramiento de esquina											23	31	24	31
29 Parcheo grande	39 Descascaramiento de junta											39 L	29 M	29 M	29 M
30 Parcheo pequeño												25 L	26 L	26 L	26 L
												28 L	25 H	25 H	25 H
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)					
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO			
25	L	1	1							2	7.14	2.27			
25	H	1	1							2	7.14	11.00			
26	L	1	1	1	1	1	1			5	17.86	2.00			
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	10	35.71	16.34			
28	M	1	1	1	1					4	14.29	10.97			
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	16	24	85.71	45.40		
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70		
38	L	1								1	3.57	0.36			
38	H	1								1	3.57	2.36			
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	6.98			
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO											45.40				
Número Máximo Admisible:		$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 45.40) =$									6.01				
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)															
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV				
1	45.40	16.34	11.00	10.97	9.70	6.98	0.02		100.42	6	52.21				
2	45.40	16.34	11.00	10.97	9.70	2.00	0.02		95.44	5	52.60				
3	45.40	16.34	11.00	10.97	2.00	2.00	0.02		87.74	4	51.26				
4	45.40	16.34	11.00	2.00	2.00	2.00	0.02		78.77	3	50.61				
5	45.40	16.34	2.00	2.00	2.00	2.00	0.02		69.77	2	52.35				
6	45.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.02		55.42	1	55.42				
MÁXIMO CDV											55.42				
CÁLCULO DEL PCI															
Números Deducidos > 2 (q)									8	Máximo CDV		55.42			
Valor Deducido más alto (HDV)									45.40	PCI		100-MáxCDV			
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									6.01	PCI		44.58			
CLASIFICACIÓN											REGULAR				
											0+000				

Figura 81

Formato de cálculo del PCI de la UM-02

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA																											
FACULTAD DE INGENIERÍA																											
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL																											
FILIAL JAÉN																											
“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024”																											
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																											
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:															
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA															
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:															
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-02				488.96 m ²				05/08/2024															
PROGRESIVA INICIAL:		0+067.62		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:															
PROGRESIVA FINAL:		0+137.47				RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados						<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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																										
22 Grieta de esquina		32 Popouts										55		31		56		31									
23 Losa dividida		33 Bombeo						29 M		29 M		26 L		26 L													
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento						28 M		28 M		28 M		28 M													
25 Escala		35 Cruce de vía férrea								53		31		54		31											
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado						37		37		28 L		26 L		26 L											
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción						29 M		29 M		29 M		29 M		29 M											
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina						51		31		52		31		39 M											
29 Parche grande		39 Descascaramiento de junta						26 L		28 L		28 L		39 M		28 L											
30 Parche pequeño								28 L		22 L		22 L		39 M		28 L											
NIVEL DE SEVERIDAD				BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)															
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS										TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO													
22	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	25.34													
26	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	11	39.29	2.00													
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1		8	28.57	14.30													
28	M	1	1	1	1							4	14.29	10.97													
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	15	53.57	34.57													
30	M	1										1	3.57	0.64													
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70													
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1			7	25.00	0.50													
39	M	1	1	1	1	1	1					5	17.86	7.36													
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO													34.57														
Número Máximo Admisible:													$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 34.57) =$		7.01												
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																											
Nº	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV														
1	34.57	25.34	14.30	10.97	9.70	7.36					102.24	6	53.12														
2	34.57	25.34	14.30	10.97	9.70	2.00					96.89	5	53.37														
3	34.57	25.34	14.30	10.97	2.00	2.00					89.19	4	52.05														
4	34.57	25.34	14.30	2.00	2.00	2.00					80.21	3	51.53														
5	34.57	25.34	2.00	2.00	2.00	2.00					67.91	2	51.14														
6	34.57	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00					44.57	1	44.57														
MÁXIMO CDV													53.37														
CÁLCULO DEL PCI																											
Números Deducidos > 2 (q)										6	Máximo CDV	53.37															
Valor Deducido más alto (HDV)										34.57	PCI	100-MáxCDV															
Número Máximo Admisible Deducidos (m)										7.01	PCI	46.63															
CLASIFICACIÓN													REGULAR														
													0+067.62														

Figura 82

Formato de cálculo del PCI de la UM-03



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 														
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS														
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:					
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA					
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:					
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-03			488.90 m ²			05/08/2024					
PROGRESIVA INICIAL:		0+137.47 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO				
PROGRESIVA FINAL:		0+207.31								ESQUEMA:				
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados								0+207.31				
22 Grieta de esquina		32 Popouts								83 31 29 M				
23 Losa dividida		33 Bombeo								84 31 29 M				
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento								81 31 29 M				
25 Escala		35 Cruce de vía férrea								82 31 29 M				
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado								80 31 29 L				
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción								79 31 29 L				
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina								80 31 29 L				
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta								77 31 29 M				
30 Parcheo pequeño										78 31 29 L				
NIVEL DE SEVERIDAD			BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)					
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
26	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	14.29	2.00	
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	12.80	
29	L	1	1	1							3	10.71	2.93	
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	12	20	71.43	41.16	
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100.00	9.70	
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	0.86	
38	L	1									1	3.57	0.36	
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO											41.16			
Número Máximo Admisible:											$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 41.16) = 6.40$			
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)														
N°	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV			
1	41.16	12.80	9.70	2.93					66.59	4	39.02			
2	41.16	12.80	9.70	2.00					65.66	3	42.18			
3	41.16	12.80	2.00	2.00					57.96	2	44.64			
4	41.16	2.00	2.00	2.00					47.16	1	47.16			
MÁXIMO CDV											47.16			
CÁLCULO DEL PCI														
Números Deducidos > 2 (q)									4		Máximo CDV		47.16	
Valor Deducido más alto (HDV)									41.16		PCI		100-MáxC DV	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									6.40		PCI		52.84	
CLASIFICACIÓN											REGULAR			
											0+137.47			

Figura 83

Formato de cálculo del PCI de la UM-04



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 												
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS												
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:			
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA			
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:			
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-04			471.12 m ²			06/08/2024			
PROGRESIVA INICIAL:		0+207.31 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO		
PROGRESIVA FINAL:		0+274.62								ESQUEMA:		
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados								0+274.62		
22 Grieta de esquina		32 Popouts								111 31 112 31		
23 Losa dividida		33 Bombeo								29 M 29 M		
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento								37		
25 Escala		35 Cruce de vía férrea										
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado								109 31 110 31		
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción								29 M 29 M		
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina								37		
29 Parche grande		39 Descascaramiento de junta								107 31 108 31		
30 Parche pequeño										29 M 29 M		
										28 L		
										105 31 106 31		
										26 L 29 M		
										29 M 37		
										103 31 104 31		
										29 M 29 M		
										28 M 28 L		
										23 M		
										101 31 102 31		
										29 M 29 M		
										28 M 29 M		
										37		
										99 31 100 31		
										39 L 29 M		
										30 M 39 L		
										39 L		
										97 31 98 31		
										26 L 29 M		
										37		
										95 31 96 31		
										23 M 29 M		
										37		
										93 31 94 31		
										26 L 29 L		
										29 M		
										91 31 92 31		
										26 L 29 M		
										37		
										89 31 90 31		
										29 M 29 M		
										26 L 28 L		
										87 31 88 31		
										29 M 29 L		
										28 L 29 L		
										85 31 86 31		
										29 M 29 L		
										26 L		
										MÁXIMO CDV 52.30		
CÁLCULO DEL PCI												
Números Deducidos > 2 (q)								6		Máximo CDV		52.30
Valor Deducido más alto (HDV)								42.30		PCI		100-MáxC DV
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								6.30		PCI		47.70
										CLASIFICACIÓN		REGULAR
												0+207.31

Figura 84

Formato de cálculo del PCI de la UM-05



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 																												
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																												
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:																			
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA																			
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:																			
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-05			489.22 m ²			06/08/2024																			
PROGRESIVA INICIAL:		0+274.62 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO																		
PROGRESIVA FINAL:		0+344.50								ESQUEMA:																		
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados																											
22 Grieta de esquina	32 Popouts																											
23 Losa dividida	33 Bombeo																											
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzonamiento																											
25 Escala	35 Cruce de vía férrea																											
26 Sello de junta	36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado																											
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción																											
28 Grietas lineales	38 Descascaramiento de esquina																											
29 Parcheo grande	39 Descascaramiento de junta																											
30 Parcheo pequeño																												
<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>													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																											
0+344.50																												
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)																				
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																
22	L	1	1	1						3	10.71	9.26																
22	M	1	1							2	7.14	10.33																
23	L	1	1							2	7.14	7.11																
23	M	1								1	3.57	7.64																
26	L	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	2.00																
28	L	1								1	3.57	2.29																
28	M	1								1	3.57	2.86																
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	17	25	89.29	46.40															
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70															
37	-	1	1	1	1	1	1	1		7	25.00	0.50																
39	L	1	1							2	7.14	1.83																
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												46.40																
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 46.40) =$												5.92																
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																												
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																	
1	46.40	10.33	9.70	9.26	7.64	6.54			89.87	6	46.93																	
2	46.40	10.33	9.70	9.26	7.64	2.00			85.33	5	47.18																	
3	46.40	10.33	9.70	9.26	2.00	2.00			79.69	4	46.81																	
4	46.40	10.33	9.70	2.00	2.00	2.00			72.43	3	46.55																	
5	46.40	10.33	2.00	2.00	2.00	2.00			64.73	2	49.07																	
6	46.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			56.40	1	56.40																	
MÁXIMO CDV												56.40																
CÁLCULO DEL PCI																												
Números Deducidos > 2 (q)									8	Máximo CDV	56.40																	
Valor Deducido más alto (HDV)									46.40	PCI	100-MáxCDV																	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									5.92	PCI	43.60																	
CLASIFICACIÓN												REGULAR																
												0+274.62																

Figura 85

Formato de cálculo del PCI de la UM-06



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 																													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																													
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																	
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																	
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																	
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-06				415.03m ²				06/08/2024																	
PROGRESIVA INICIAL:		0+344.50		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:																	
PROGRESIVA FINAL:		0+399.88						RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling				31 Pulimento de agregados				<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	0+399.88	
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																												
22 Grieta de esquina				32 Popouts								167		31		168		31											
23 Losa dividida				33 Bombeo				31		39 M		22 L																	
24 Grieta de durabilidad "D"				34 Punzonamiento				165		31		166		31															
25 Escala				35 Cruce de vía férrea				26 L		29 M		23 M		29 M															
26 Sello de junta				36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado				163		31		164		31															
27 Desnivel Carril/Berma				37 Grieta de retracción				28 M		39 M		22 L																	
28 Grietas lineales				38 Descascaramiento de esquina				161		31		162		31															
29 Parcheo grande				39 Descascaramiento de junta				26 L		29 M		28 L		26 H															
30 Parcheo pequeño								39 M		157		31		158		31													
								29 H		22 L		29 H		37															
								155		31		156		31															
								29 M		37		29 M		26 M															
								26 M		153		31		154		31													
								151		31		152		31															
								23 M		29 M		28 L		37															
								149		31		150		31															
								29 M		28 M		29 M		37															
								39 H		147		31		148		31													
								28 M		28 M		29 M		29 M															
								37		145		31		146		31													
								141		29 M		29 M		29 M															
								28 M		143		31		144		31													
								28 M		29 M		29 M		28 L															
								141		31		142		31															
								29 M		29 M		29 M		29 M															
								22 L		28 M		28 L		28 L															
								CLASIFICACIÓN		REGULAR				0+344.50															

Figura 86

Formato de cálculo del PCI de la UM-07



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 															
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS															
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:						
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA						
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:						
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-07			342.28 m ²			07/08/2024						
PROGRESIVA INICIAL:		0+398.14 <th colspan="3">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="3">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:			28			TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO			
PROGRESIVA FINAL:		0+448.81		ESQUEMA:		0+448.81									
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados														
22 Grieta de esquina	32 Popouts														
23 Losa dividida	33 Bombeo														
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzonamiento														
25 Escala	35 Cruce de vía férrea														
26 Sello de junta	36 Descascamiento/Mapa de grietas/Craquelado														
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción														
28 Grietas lineales	38 Descascamiento de esquina														
29 Parcheo grande	39 Descascamiento de junta														
30 Parcheo pequeño															
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)							
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO					
22	L	1	1	1	1	1	1	6	21.43	17.49					
22	M	1	1	1	1	1	1	6	21.43	30.33					
26	L	1	1	1	1			4	14.29	2.00					
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10	35.71	16.34		
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	17	25	89.29	9.27		
39	L	1	1	1	1	1		5	17.86	3.77					
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO									30.33						
Número Máximo Admisible:		$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 30.33) =$						7.40							
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)															
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV						
1	30.33	17.49	16.34	9.27	3.77		77.20	5	42.64						
2	30.33	17.49	16.34	9.27	2.00		75.43	4	44.26						
3	30.33	17.49	16.34	2.00	2.00		68.16	3	43.80						
4	30.33	17.49	2.00	2.00	2.00		53.81	2	41.95						
5	30.33	2.00	2.00	2.00	2.00		38.33	1	38.33						
MÁXIMO CDV									44.26						
CÁLCULO DEL PCI															
Números Deducidos > 2 (q)							5	Máximo CDV		44.26					
Valor Deducido más alto (HDV)							30.33	PCI		100-MáxCDV					
Número Máximo Admisible Deducidos (m)							7.40	PCI		55.74					
										CLASIFICACIÓN		BUENO			
												0+398.14			

Figura 87

Formato de cálculo del PCI de la UM-08



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																											
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																											
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:															
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA															
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:															
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-08				321.70 m ²				07/08/2024															
PROGRESIVA INICIAL:		0+447.00		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:															
PROGRESIVA FINAL:		0+492.06		28				RÍGIDO																			
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	223		224	
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																										
22 Grieta de esquina		32 Popouts		31		31																					
23 Losa dividida		33 Bombeo		39 M		22 M																					
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		221		222																					
25 Escala		35 Cruce de vía férrea		31		31																					
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado		22 L		39 M																					
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción		39 M																							
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina		219		220																					
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta		31		31																					
30 Parcheo pequeño				38 L																							
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																	
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO															
22	L	1	1	1	1	1	1			5	17.86	14.77															
22	M	1	1	1	1	1	1			5	17.86	25.70															
22	H	1								1	3.57	8.64															
26	L	1	1	1	1					4	14.29	2.00															
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70														
38	L	1	1							2	7.14	0.84															
38	M	1	1							2	7.14	2.24															
39	M	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10	35.71	14.71														
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												25.70															
Número Máximo Admisible: $m_t = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_t) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 25.70) =$												7.82															
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																											
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																
1	25.70	14.77	14.71	9.70	8.64	2.00			75.77	6	39.17																
2	25.70	14.77	14.71	9.70	8.64	2.00			75.53	5	41.68																
3	25.70	14.77	14.71	9.70	2.00	2.00			68.89	4	40.35																
4	25.70	14.77	14.71	2.00	2.00	2.00			61.19	3	39.27																
5	25.70	14.77	2.00	2.00	2.00	2.00			48.47	2	38.35																
6	25.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			35.70	1	35.70																
MÁXIMO CDV												41.68															
CÁLCULO DEL PCI																											
Números Deducidos > 2 (q)									6	Máximo CDV	41.68																
Valor Deducido más alto (HDV)									25.70	PCI	100-MáxC DV																
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									7.82	PCI	58.32																
CLASIFICACIÓN												BUENO															

Figura 88

Formato de cálculo del PCI de la UM-09


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 																													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																													
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																	
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																	
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																	
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-09				333.12 m ²				07/08/2024																	
PROGRESIVA INICIAL:		0+490.14		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO: <th colspan="2" rowspan="2">ESQUEMA:</th>				ESQUEMA:																	
PROGRESIVA FINAL:		0+539.57		28				RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	0+539.57		251		252	
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																												
22 Grieta de esquina		32 Popouts		31		31																							
23 Losa dividida		33 Bombeo		37		39 M																							
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		22 M																									
25 Escala		35 Cruce de vía férrea																											
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado																											
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción																											
28 Grietas lineales		38 Descascamiento de esquina																											
29 Parcheo grande		39 Descascamiento de junta																											
30 Parcheo pequeño																													
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																			
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																	
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	37.83																
22	H	1	1								2	7.14	16.94	243															
26	L	1	1	1							3	10.71	2.00	244															
28	L	1	1	1	1	1	1				6	21.43	11.23	241															
30	H	1									1	3.57	1.57	242															
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	92.86	9.41	239															
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	0.50	240															
39	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	13.53	237															
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												37.83																	
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 37.83) =$		6.71															
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																													
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																		
1	37.83	16.94	13.53	11.23	9.41					88.94	5	49.17	233																
2	37.83	16.94	13.53	11.23	2.00					81.53	4	47.84	234																
3	37.83	16.94	13.53	2.00	2.00					72.30	3	46.47	231																
4	37.83	16.94	2.00	2.00	2.00					60.77	2	46.50	232																
5	37.83	2.00	2.00	2.00	2.00					45.83	1	45.83	229																
MÁXIMO CDV												49.17																	
CÁLCULO DEL PCI																													
Números Deducidos > 2 (q)								5		Máximo CDV		49.17																	
Valor Deducido más alto (HDV)								37.83		PCI		100-MáxCDV																	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								6.71		PCI		50.83																	
CLASIFICACIÓN												REGULAR		0+490.14															

Figura 89

Formato de cálculo del PCI de la UM-10


 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																																																																																																																																																																											
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																																																																																																																											
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																																																																																																																																																															
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																																																																																																																																																															
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																																																																																																																																																															
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-10				342.88 m ²				08/08/2024																																																																																																																																																															
PROGRESIVA INICIAL:		0+537.81		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO: <th colspan="2" rowspan="2">ESQUEMA:</th>				ESQUEMA:																																																																																																																																																															
PROGRESIVA FINAL:		0+588.58		28				RÍGIDO																																																																																																																																																																			
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	0+588.58 <table border="1"> <tr> <td>279</td> <td>31</td> <td>280</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22 M</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>277</td> <td>31</td> <td>278</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>275</td> <td>31</td> <td>276</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>39 L</td> <td></td> <td>22 M</td> </tr> <tr> <td>273</td> <td>31</td> <td>274</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>37</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>271</td> <td>31</td> <td>272</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>269</td> <td>31</td> <td>270</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>37</td> <td></td> <td>22 M</td> </tr> <tr> <td>267</td> <td>31</td> <td>268</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>39 L</td> <td></td> <td>26 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>265</td> <td>31</td> <td>266</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>26 L</td> </tr> <tr> <td>263</td> <td>31</td> <td>264</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>37</td> <td></td> <td>26 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>261</td> <td>31</td> <td>262</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>38 H</td> <td></td> <td>22 M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>259</td> <td>31</td> <td>260</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>39 L</td> <td></td> <td>29 H</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22 M</td> <td></td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>257</td> <td>31</td> <td>258</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>37</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>255</td> <td>31</td> <td>256</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26 L</td> <td></td> <td>22 M</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td>253</td> <td>31</td> <td>254</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>22 M</td> <td></td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>37</td> </tr> </table>				279	31	280	31		22 M		39 L				28 L	277	31	278	31		28 L		37	275	31	276	31		39 L		22 M	273	31	274	31		37		39 L				28 L	271	31	272	31		28 L		28 L	269	31	270	31		37		22 M	267	31	268	31		39 L		26 L				28 L	265	31	266	31		28 L		26 L	263	31	264	31		37		26 L				28 L	261	31	262	31		38 H		22 M		28 L			259	31	260	31		39 L		29 H		22 M		37	257	31	258	31		37		28 L	255	31	256	31		26 L		22 M				28 L	253	31	254	31		22 M		31		28 L		37
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																																																																																																																																																																										
279	31	280	31																																																																																																																																																																								
	22 M		39 L																																																																																																																																																																								
			28 L																																																																																																																																																																								
277	31	278	31																																																																																																																																																																								
	28 L		37																																																																																																																																																																								
275	31	276	31																																																																																																																																																																								
	39 L		22 M																																																																																																																																																																								
273	31	274	31																																																																																																																																																																								
	37		39 L																																																																																																																																																																								
			28 L																																																																																																																																																																								
271	31	272	31																																																																																																																																																																								
	28 L		28 L																																																																																																																																																																								
269	31	270	31																																																																																																																																																																								
	37		22 M																																																																																																																																																																								
267	31	268	31																																																																																																																																																																								
	39 L		26 L																																																																																																																																																																								
			28 L																																																																																																																																																																								
265	31	266	31																																																																																																																																																																								
	28 L		26 L																																																																																																																																																																								
263	31	264	31																																																																																																																																																																								
	37		26 L																																																																																																																																																																								
			28 L																																																																																																																																																																								
261	31	262	31																																																																																																																																																																								
	38 H		22 M																																																																																																																																																																								
	28 L																																																																																																																																																																										
259	31	260	31																																																																																																																																																																								
	39 L		29 H																																																																																																																																																																								
	22 M		37																																																																																																																																																																								
257	31	258	31																																																																																																																																																																								
	37		28 L																																																																																																																																																																								
255	31	256	31																																																																																																																																																																								
	26 L		22 M																																																																																																																																																																								
			28 L																																																																																																																																																																								
253	31	254	31																																																																																																																																																																								
	22 M		31																																																																																																																																																																								
	28 L		37																																																																																																																																																																								
22 Grieta de esquina		32 Popouts																																																																																																																																																																									
23 Losa dividida		33 Bombeo																																																																																																																																																																									
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento																																																																																																																																																																									
25 Escala		35 Cruce de vía férrea																																																																																																																																																																									
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado																																																																																																																																																																									
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción																																																																																																																																																																									
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina																																																																																																																																																																									
29 Parcho grande		39 Descascaramiento de junta																																																																																																																																																																									
30 Parcho pequeño																																																																																																																																																																											
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																																																																																																																																																																	
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																																																																																																																																																															
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	34.40																																																																																																																																																														
26	L	1	1	1	1						4	14.29	2.00																																																																																																																																																														
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	42.86	17.71																																																																																																																																																														
29	H	1									1	3.57	5.71																																																																																																																																																														
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100.00	9.70																																																																																																																																																														
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1		7	25.00	0.50																																																																																																																																																														
38	H	1									1	3.57	2.36																																																																																																																																																														
39	L	1	1	1	1	1					5	17.86	3.77																																																																																																																																																														
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												34.40																																																																																																																																																															
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 34.40) =$		7.02																																																																																																																																																													
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																																																																																																																																																																											
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																																																																																																																																																																
1	34.40	17.71	9.70	5.71	3.77	2.36				73.66	6	38.01																																																																																																																																																															
2	34.40	17.71	9.70	5.71	3.77	2.00				73.30	5	40.40																																																																																																																																																															
3	34.40	17.71	9.70	5.71	2.00	2.00				71.53	4	41.92																																																																																																																																																															
4	34.40	17.71	9.70	2.00	2.00	2.00				67.81	3	43.58																																																																																																																																																															
5	34.40	17.71	2.00	2.00	2.00	2.00				60.11	2	46.07																																																																																																																																																															
6	34.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				44.40	1	44.40																																																																																																																																																															
MÁXIMO CDV												46.07																																																																																																																																																															
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																																																											
Números Deducidos > 2 (q)								6		Máximo CDV		46.07																																																																																																																																																															
Valor Deducido más alto (HDV)								34.40		PCI		100-MáxCDV																																																																																																																																																															
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								7.02		PCI		53.93																																																																																																																																																															
CLASIFICACIÓN												REGULAR																																																																																																																																																															
												0+537.81																																																																																																																																																															

Figura 90

Formato de cálculo del PCI de la UM-11



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																																																																																																																																																					
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																																																																																																					
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																																																																																																																																									
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																																																																																																																																									
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																																																																																																																																									
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-11				339.68 m ²				08/08/2024																																																																																																																																									
PROGRESIVA INICIAL:		0+586.76		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:																																																																																																																																									
PROGRESIVA FINAL:		0+635.71		28				RÍGIDO																																																																																																																																													
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados											0+635.71 <table border="1"> <tr> <td>307</td> <td>31</td> <td>308</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>39 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>39 M</td> <td></td> <td>22 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>305</td> <td>31</td> <td>306</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>39 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>28 L</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>303</td> <td>31</td> <td>304</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>39 M</td> <td></td> <td>22 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>301</td> <td>31</td> <td>302</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>26 L</td> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>299</td> <td>31</td> <td>300</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>297</td> <td>31</td> <td>298</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>22 M</td> <td></td> <td>26 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>295</td> <td>31</td> <td>296</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>26 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>293</td> <td>31</td> <td>294</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>26 L</td> <td></td> <td>22 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>291</td> <td>31</td> <td>292</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>289</td> <td>31</td> <td>290</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>22 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>287</td> <td>31</td> <td>288</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>22 L</td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>22 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>285</td> <td>31</td> <td>286</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> </tr> <tr> <td>283</td> <td>31</td> <td>284</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>29 M</td> <td></td> <td>39 M</td> <td></td> </tr> <tr> <td>281</td> <td>31</td> <td>282</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>28 L</td> <td></td> <td>22 L</td> <td></td> </tr> </table>		307	31	308	31	29 M		39 M		39 M		22 M		305	31	306	31	29 M		39 M		28 L				303	31	304	31	39 M		22 L		301	31	302	31	26 L		29 M		299	31	300	31	29 M		28 L		297	31	298	31	22 M		26 L		295	31	296	31	29 M		26 L				28 L		293	31	294	31	26 L		22 M		291	31	292	31	29 M		28 L		289	31	290	31	29 M		28 L				22 L		287	31	288	31	22 L		28 L				22 L		285	31	286	31	29 M		29 M				28 L		283	31	284	31	29 M		39 M		281	31	282	31	28 L		22 L	
307	31	308	31																																																																																																																																																		
29 M		39 M																																																																																																																																																			
39 M		22 M																																																																																																																																																			
305	31	306	31																																																																																																																																																		
29 M		39 M																																																																																																																																																			
28 L																																																																																																																																																					
303	31	304	31																																																																																																																																																		
39 M		22 L																																																																																																																																																			
301	31	302	31																																																																																																																																																		
26 L		29 M																																																																																																																																																			
299	31	300	31																																																																																																																																																		
29 M		28 L																																																																																																																																																			
297	31	298	31																																																																																																																																																		
22 M		26 L																																																																																																																																																			
295	31	296	31																																																																																																																																																		
29 M		26 L																																																																																																																																																			
		28 L																																																																																																																																																			
293	31	294	31																																																																																																																																																		
26 L		22 M																																																																																																																																																			
291	31	292	31																																																																																																																																																		
29 M		28 L																																																																																																																																																			
289	31	290	31																																																																																																																																																		
29 M		28 L																																																																																																																																																			
		22 L																																																																																																																																																			
287	31	288	31																																																																																																																																																		
22 L		28 L																																																																																																																																																			
		22 L																																																																																																																																																			
285	31	286	31																																																																																																																																																		
29 M		29 M																																																																																																																																																			
		28 L																																																																																																																																																			
283	31	284	31																																																																																																																																																		
29 M		39 M																																																																																																																																																			
281	31	282	31																																																																																																																																																		
28 L		22 L																																																																																																																																																			
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																																																																																																																																																			
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																																																																																																																																												
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																																																																																																																																									
22	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	17.86	14.77																																																																																																																																								
22	M	1	1	1							3	10.71	15.53																																																																																																																																								
26	L	1	1	1	1						4	14.29	2.00																																																																																																																																								
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	14.30																																																																																																																																								
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10	35.71	25.14																																																																																																																																							
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70																																																																																																																																							
39	M	1	1	1	1	1					5	17.86	7.36																																																																																																																																								
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												25.14																																																																																																																																									
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 25.14) =$												7.87																																																																																																																																									
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																																																																																																																																																					
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																																																																																																																																										
1	25.14	15.53	14.77	14.30	9.70	7.36			86.80	6	45.24																																																																																																																																										
2	25.14	15.53	14.77	14.30	9.70	2.00			81.44	5	45.04																																																																																																																																										
3	25.14	15.53	14.77	14.30	2.00	2.00			73.74	4	43.25																																																																																																																																										
4	25.14	15.53	14.77	2.00	2.00	2.00			61.44	3	39.44																																																																																																																																										
5	25.14	15.53	2.00	2.00	2.00	2.00			48.67	2	38.50																																																																																																																																										
6	25.14	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			35.14	1	35.14																																																																																																																																										
MÁXIMO CDV										45.24																																																																																																																																											
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																																					
Números Deducidos > 2 (q)								6	Máximo CDV	45.24																																																																																																																																											
Valor Deducido más alto (HDV)								25.14	PCI	100-MáxCDV																																																																																																																																											
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								7.87	PCI	54.76																																																																																																																																											
CLASIFICACIÓN										REGULAR																																																																																																																																											
0+586.76																																																																																																																																																					

Figura 91

Formato de cálculo del PCI de la UM-12



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																															
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																															
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																			
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																			
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																			
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-12				381.85 m ²				08/08/2024																			
PROGRESIVA INICIAL:		0+632.22		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO: <th colspan="2" rowspan="2">ESQUEMA:</th>				ESQUEMA:																			
PROGRESIVA FINAL:		0+685.69		28				RÍGIDO																							
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	335		31		336		31	
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																														
22 Grieta de esquina		32 Popouts		29 M		28 L		26 L																							
23 Losa dividida		33 Bombeo		31		31		29 M																							
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		29 M		31		29 M																							
25 Escala		35 Cruce de vía férrea		31		31		26 L																							
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado		29 M		31		28 L																							
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción		31		31		26 L																							
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina		29 M		31		26 L																							
29 Parcho grande		39 Descascaramiento de junta		37		31		28 L																							
30 Parcho pequeño																															
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																					
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																			
22	L	1	1							2	7.14	5.73																			
22	M	1	1							2	7.14	10.33																			
26	L	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	2.00																			
28	L	1	1	1						3	10.71	6.24																			
28	M	1	1							2	7.14	5.63																			
29	M	1	1	1	1	1	1	1	13	21	75.00	42.30																			
31	-	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70																			
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	0.86																			
39	M	1	1							2	7.14	2.86																			
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												42.30																			
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - 42.30) = 6.30$																			
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																															
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																				
1	42.30	10.33	9.70	6.24	5.73	5.63	0.86		80.79	6	41.93																				
2	42.30	10.33	9.70	6.24	5.73	2.00	0.86		77.16	5	42.62																				
3	42.30	10.33	9.70	6.24	2.00	2.00	0.86		73.43	4	43.06																				
4	42.30	10.33	9.70	2.00	2.00	2.00	0.86		69.19	3	44.47																				
5	42.30	10.33	2.00	2.00	2.00	2.00	0.86		61.49	2	46.97																				
6	42.30	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.86		53.16	1	53.16																				
MÁXIMO CDV												53.16																			
CÁLCULO DEL PCI																															
Números Deducidos > 2 (q)									7	Máximo CDV	53.16																				
Valor Deducido más alto (HDV)									42.30	PCI	100-MáxCDV																				
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									6.30	PCI	46.84																				
CLASIFICACIÓN												REGULAR																			

Figura 92

Formato de cálculo del PCI de la UM-13



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS													
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:				
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA				
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:				
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-13			392.30 m ²			09/08/2024				
PROGRESIVA INICIAL:		0+685.69 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO			
PROGRESIVA FINAL:		0+741.74								ESQUEMA:			
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados								0+741.74			
22 Grieta de esquina		32 Popouts								363 31 364 31			
23 Losa dividida		33 Bombeo								37 22 M			
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento								361 31 362 31			
25 Escala		35 Cruce de vía férrea								29 M 28 M			
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado								37 25 M			
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción								359 31 360 31			
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina								29 M 28 L 25 M			
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta								28 L 25 M			
30 Parcheo pequeño										357 31 358 31			
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)			29 M 25 M 23 L		
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
22	L	1	1							2	7.14	5.73	
22	M	1	1	1						3	10.71	15.53	
23	L	1	1							2	7.14	7.11	
25	M	1	1	1	1					4	14.29	11.43	
25	H	1								1	3.57	5.50	
26	L	1								1	3.57	2.00	
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	12.80	
28	M	1	1							2	7.14	5.63	
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	11	67.86	39.97	
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100.00	9.70	
37	-	1	1	1	1	1	1	1	1	4	42.86	1.97	
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO											39.97		
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 39.97) =$											6.51		
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
N°	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV		
1	39.97	15.53	12.80	11.43	9.70	7.11	2.92		99.46	7	47.75		
2	39.97	15.53	12.80	11.43	9.70	7.11	2.00		98.54	6	51.27		
3	39.97	15.53	12.80	11.43	9.70	2.00	2.00		93.43	5	51.55		
4	39.97	15.53	12.80	11.43	2.00	2.00	2.00		85.73	4	50.15		
5	39.97	15.53	12.80	2.00	2.00	2.00	2.00		76.30	3	49.03		
6	39.97	15.53	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		65.50	2	49.58		
7	39.97	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		51.97	1	51.97		
MÁXIMO CDV											51.97		
CÁLCULO DEL PCI													
Números Deducidos > 2 (q)								9		Máximo CDV		51.97	
Valor Deducido más alto (HDV)								39.97		PCI		100-MáxCDV	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								6.51		PCI		48.03	
CLASIFICACIÓN											REGULAR		
											0+685.69		

Figura 93

Formato de cálculo del PCI de la UM-14



 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 															
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS															
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:						
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA						
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:						
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-14			321.20 m ²			09/08/2024						
PROGRESIVA INICIAL:		0+741.74		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO				ESQUEMA:	
PROGRESIVA FINAL:		0+787.62		28		RÍGIDO						0+787.62			
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados														
22 Grieta de esquina	32 Popouts														
23 Losa dividida	33 Bombeo														
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzonamiento														
25 Escala	35 Cruce de vía férrea														
26 Sello de junta	36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado														
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción														
28 Grietas lineales	38 Descascaramiento de esquina														
29 Parche grande	39 Descascaramiento de junta														
30 Parche pequeño															
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)							
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO			
23	L	1	1							2	7.14	7.11			
26	L	1	1	1						3	10.71	2.00			
28	L	1	1	1	1					4	14.29	7.96			
28	M	1	1	1	1	1	1	1		7	25.00	17.60			
29	M	1	1	1	1	1	1			6	21.43	13.19			
29	H	1								1	3.57	5.71			
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100.00	9.70			
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	6.96			
36	M	1	1							2	7.14	5.83			
37	-	1	1	1	1	1	1	1		7	25.00	0.50			
39	M	1	1	1	1					5	17.86	7.36			
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												17.60			
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 17.60) =$		8.57	
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)															
Nº	VALOR DEDUCIDO										TOTAL	q	CDV		
1	17.60	13.19	9.70	7.96	7.36	7.11	6.96	5.83	3.25		78.95	9	34.48		
2	17.60	13.19	9.70	7.96	7.36	7.11	6.96	5.83	2.00		77.70	8	38.11		
3	17.60	13.19	9.70	7.96	7.36	7.11	6.96	2.00	2.00		73.87	7	36.06		
4	17.60	13.19	9.70	7.96	7.36	7.11	2.00	2.00	2.00		68.91	6	35.35		
5	17.60	13.19	9.70	7.96	7.36	2.00	2.00	2.00	2.00		63.80	5	34.84		
6	17.60	13.19	9.70	7.96	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		58.44	4	34.27		
7	17.60	13.19	9.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		52.49	3	33.74		
8	17.60	13.19	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		44.79	2	35.59		
9	17.60	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		33.60	1	33.60		
MÁXIMO CDV												38.11			
CÁLCULO DEL PCI															
Números Deducidos > 2 (q)											9	Máximo CDV	38.11		
Valor Deducido más alto (HDV)											17.60	PCI	100-MáxCDV		
Número Máximo Admisible Deducidos (m)											8.57	PCI	61.89		
												CLASIFICACIÓN	BUENO		

Figura 94

Formato de cálculo del PCI de la UM-15



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																											
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																											
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:															
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA															
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:															
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-15				316.58 m ²				09/08/2024															
PROGRESIVA INICIAL:		0+787.62		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:															
PROGRESIVA FINAL:		0+832.85		28				RÍGIDO																			
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	0+832.85			
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																										
22 Grieta de esquina		32 Popouts						419		31		420		31													
23 Losa dividida		33 Bombeo		36 M		36 L																					
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		417		31		418		31																	
25 Escala		35 Cruce de vía férrea				36 M				28 L																	
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado				28 L				28 L																	
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción		415		31		416		31																	
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina				39 L				36 M																	
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta		413		31		414		31																	
30 Parcheo pequeño						36 L				28 L		36 M															
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																	
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO															
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	4	12	42.86	17.71														
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	17	25	89.29	9.27														
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	7	15	53.57	9.09														
36	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	19.14														
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1		6	21.43	4.54														
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												19.14															
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - 19.14) =$		8.43													
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																											
Nº	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV																		
1	19.14	17.71	9.27	9.09	4.54		59.76	5	32.45																		
2	19.14	17.71	9.27	9.09	2.00		57.21	4	33.53																		
3	19.14	17.71	9.27	2.00	2.00		50.13	3	32.09																		
4	19.14	17.71	2.00	2.00	2.00		42.86	2	34.14																		
5	19.14	2.00	2.00	2.00	2.00		27.14	1	27.14																		
MÁXIMO CDV												34.14															
CÁLCULO DEL PCI																											
Números Deducidos > 2 (q)								5	Máximo CDV	34.14																	
Valor Deducido más alto (HDV)								19.14	PCI	100-MáxCDV																	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								8.43	PCI	65.86																	
CLASIFICACIÓN										BUENO																	
0+787.62																											

Figura 95

Formato de cálculo del PCI de la UM-16



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																																																																																																																																																																																	
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																																																																																																																																																																																	
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:																																																																																																																																																																								
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA																																																																																																																																																																								
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:																																																																																																																																																																								
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-16			357.46 m ²			10/08/2024																																																																																																																																																																								
PROGRESIVA INICIAL:		0+832.85 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28 <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO <th rowspan="2">ESQUEMA:</th> </td></td>		NÚMERO DE LOSAS:		28 <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO <th rowspan="2">ESQUEMA:</th> </td>		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO <th rowspan="2">ESQUEMA:</th>		ESQUEMA:																																																																																																																																																																					
PROGRESIVA FINAL:		0+883.91 <th colspan="2"></th> <td colspan="2"> <th colspan="2"></th> <td colspan="2"></td> </td>				<th colspan="2"></th> <td colspan="2"></td>																																																																																																																																																																											
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados										0+883.91 <table border="1"> <tr> <td>447</td> <td>31</td> <td>448</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 L</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>23 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>445</td> <td>31</td> <td>446</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>443</td> <td>31</td> <td>444</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 M</td> <td></td> <td>29 M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>441</td> <td>31</td> <td>442</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 L</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>439</td> <td>31</td> <td>440</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>437</td> <td>31</td> <td>438</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36 M</td> </tr> <tr> <td>435</td> <td>31</td> <td>436</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 M</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>433</td> <td>31</td> <td>434</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26 L</td> <td></td> <td>26 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>431</td> <td>31</td> <td>432</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>26 L</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 M</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>429</td> <td>31</td> <td>430</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 L</td> <td></td> <td>28 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td>23 L</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>427</td> <td>31</td> <td>428</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 L</td> <td></td> <td>36 M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>425</td> <td>31</td> <td>426</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 M</td> <td></td> <td>39 L</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>423</td> <td>31</td> <td>424</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>29 M</td> <td></td> <td>29 M</td> </tr> <tr> <td></td> <td>28 L</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> <tr> <td>421</td> <td>31</td> <td>422</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36 L</td> <td></td> <td>36 L</td> </tr> </table>		447	31	448	31		36 L		28 L		23 L			445	31	446	31		28 L		39 L				36 L	443	31	444	31		36 M		29 M		28 L		36 L	441	31	442	31		36 L		39 L		29 M		36 L	439	31	440	31		29 M		28 L				36 L	437	31	438	31		28 L		39 L				36 M	435	31	436	31		29 M		28 L		36 M			433	31	434	31		26 L		26 L		28 L			431	31	432	31		26 L		39 L		36 M		36 L	429	31	430	31		36 L		28 L		23 L		36 L	427	31	428	31		36 L		36 M		28 L			425	31	426	31		36 M		39 L				36 L	423	31	424	31		29 M		29 M		28 L		36 L	421	31	422	31		36 L		36 L
447	31	448	31																																																																																																																																																																														
	36 L		28 L																																																																																																																																																																														
	23 L																																																																																																																																																																																
445	31	446	31																																																																																																																																																																														
	28 L		39 L																																																																																																																																																																														
			36 L																																																																																																																																																																														
443	31	444	31																																																																																																																																																																														
	36 M		29 M																																																																																																																																																																														
	28 L		36 L																																																																																																																																																																														
441	31	442	31																																																																																																																																																																														
	36 L		39 L																																																																																																																																																																														
	29 M		36 L																																																																																																																																																																														
439	31	440	31																																																																																																																																																																														
	29 M		28 L																																																																																																																																																																														
			36 L																																																																																																																																																																														
437	31	438	31																																																																																																																																																																														
	28 L		39 L																																																																																																																																																																														
			36 M																																																																																																																																																																														
435	31	436	31																																																																																																																																																																														
	29 M		28 L																																																																																																																																																																														
	36 M																																																																																																																																																																																
433	31	434	31																																																																																																																																																																														
	26 L		26 L																																																																																																																																																																														
	28 L																																																																																																																																																																																
431	31	432	31																																																																																																																																																																														
	26 L		39 L																																																																																																																																																																														
	36 M		36 L																																																																																																																																																																														
429	31	430	31																																																																																																																																																																														
	36 L		28 L																																																																																																																																																																														
	23 L		36 L																																																																																																																																																																														
427	31	428	31																																																																																																																																																																														
	36 L		36 M																																																																																																																																																																														
	28 L																																																																																																																																																																																
425	31	426	31																																																																																																																																																																														
	36 M		39 L																																																																																																																																																																														
			36 L																																																																																																																																																																														
423	31	424	31																																																																																																																																																																														
	29 M		29 M																																																																																																																																																																														
	28 L		36 L																																																																																																																																																																														
421	31	422	31																																																																																																																																																																														
	36 L		36 L																																																																																																																																																																														
22 Grieta de esquina		32 Popouts																																																																																																																																																																															
23 Losa dividida		33 Bombeo																																																																																																																																																																															
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento																																																																																																																																																																															
25 Escala		35 Cruce de vía férrea																																																																																																																																																																															
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado																																																																																																																																																																															
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción																																																																																																																																																																															
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina																																																																																																																																																																															
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta																																																																																																																																																																															
30 Parcheo pequeño																																																																																																																																																																																	
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)																																																																																																																																																																									
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																																																																																																																																																																					
23	L	1	1							2	7.14	7.11																																																																																																																																																																					
26	L	1	1	1						3	10.71	2.00																																																																																																																																																																					
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10	35.71	16.34																																																																																																																																																																				
29	M	1	1	1	1	1	1			6	21.43	13.19																																																																																																																																																																					
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70																																																																																																																																																																				
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	6	14	50.00	8.80																																																																																																																																																																				
36	M	1	1	1	1	1	1			6	21.43	15.20																																																																																																																																																																					
39	L	1	1	1	1	1				5	17.86	3.77																																																																																																																																																																					
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												16.34																																																																																																																																																																					
Número Máximo Admisible:												$m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - 16.34) =$		8.68																																																																																																																																																																			
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																																																																																																																																																																																	
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																																																																																																																																																																						
1	16.34	15.20	13.19	9.70	8.80	7.11	3.77			74.11	7	35.16																																																																																																																																																																					
2	16.34	15.20	13.19	9.70	8.80	7.11	2.00			72.34	6	37.29																																																																																																																																																																					
3	16.34	15.20	13.19	9.70	8.80	2.00	2.00			67.23	5	36.86																																																																																																																																																																					
4	16.34	15.20	13.19	9.70	2.00	2.00	2.00			60.43	4	35.45																																																																																																																																																																					
5	16.34	15.20	13.19	2.00	2.00	2.00	2.00			52.73	3	33.91																																																																																																																																																																					
6	16.34	15.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			41.54	2	33.16																																																																																																																																																																					
7	16.34	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			28.34	1	28.34																																																																																																																																																																					
MÁXIMO CDV												37.29																																																																																																																																																																					
CÁLCULO DEL PCI																																																																																																																																																																																	
Números Deducidos > 2 (q)									7	Máximo CDV	37.29																																																																																																																																																																						
Valor Deducido más alto (HDV)									16.34	PCI	100-MáxCDV																																																																																																																																																																						
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									8.68	PCI	62.71																																																																																																																																																																						
										CLASIFICACIÓN	BUENO		0+832.85																																																																																																																																																																				

Figura 96

Formato de cálculo del PCI de la UM-17



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 														
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS														
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:					
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA					
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:					
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-17			336.48 m ²			10/08/2024					
PROGRESIVA INICIAL:		0+883.91 <th colspan="2">NÚMERO DE LOSAS:</th> <td colspan="2">28</td> <th colspan="2">TIPO DE PAVIMENTO:</th> <td colspan="2">RÍGIDO</td>		NÚMERO DE LOSAS:		28		TIPO DE PAVIMENTO:		RÍGIDO				
PROGRESIVA FINAL:		0+931.98								ESQUEMA:				
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados								0+931.98				
22 Grieta de esquina		32 Popouts								475 31 476 31				
23 Losa dividida		33 Bombeo								36 L 36 L				
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento								29 L				
25 Escala		35 Cruce de vía férrea								473 31 474 31				
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado								36 L 22 L				
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción								471 31 472 31				
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina								36 L 28 L				
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta								31 31				
30 Parcheo pequeño										36 L 28 L				
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)						
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
22	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	14.29	12.04	
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	17.86	25.70	
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	12.80	
29	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	21.43	7.19	
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	6.47	
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	17.86	3.77	
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												25.70		
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - 25.70) =$												7.82		
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)														
Nº	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV			
1	25.70	12.80	12.04	9.70	7.19	6.47	3.77		77.67	7	37.03			
2	25.70	12.80	12.04	9.70	7.19	6.47	2.00		75.90	6	39.25			
3	25.70	12.80	12.04	9.70	7.19	2.00	2.00		71.43	5	39.32			
4	25.70	12.80	12.04	9.70	2.00	2.00	2.00		66.24	4	38.82			
5	25.70	12.80	12.04	2.00	2.00	2.00	2.00		58.54	3	37.72			
6	25.70	12.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		48.50	2	38.38			
7	25.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		37.70	1	37.70			
MÁXIMO CDV												39.32		
CÁLCULO DEL PCI														
Números Deducidos > 2 (q)									7	Máximo CDV	39.32			
Valor Deducido más alto (HDV)									25.70	PCI	100-MáxCDV			
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									7.82	PCI	60.68			
									CLASIFICACIÓN	BUENO				
												0+883.91		

Figura 97

Formato de cálculo del PCI de la UM-18



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” 																													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																													
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																	
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																	
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																	
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-18				332.44 m ²				10/08/2024																	
PROGRESIVA INICIAL:		0+931.98		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:																	
PROGRESIVA FINAL:		0+979.47		28				RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	0+979.47		503		504	
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																												
22 Grieta de esquina		32 Popouts						31		31		28 L																	
23 Losa dividida		33 Bombeo		31		31		39 L																					
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		39 L		31		39 L																					
25 Escala		35 Cruce de vía férrea		22 M		31		36 L																					
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado				31		36 L																					
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción				31		28 L																					
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina				31		36 L																					
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta				31		36 L																					
30 Parcheo pequeño						31		28 L																					
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																			
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS												TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO													
22	M	1	1	1	1									4	14.29	20.67													
28	L	1	1	1	1	1								5	17.86	9.61													
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	89.29	9.27													
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	11	39.29	7.81													
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	32.14	6.98													
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO																20.67													
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98} (100 - 20.67) =$																8.29													
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																													
Nº	VALOR DEDUCIDO												TOTAL	q	CDV														
1	20.67	9.61	9.27	7.81	6.98									54.36	5	29.18													
2	20.67	9.61	9.27	7.81	2.00									49.37	4	28.59													
3	20.67	9.61	9.27	2.00	2.00									43.56	3	27.75													
4	20.67	9.61	2.00	2.00	2.00									36.29	2	29.40													
5	20.67	2.00	2.00	2.00	2.00									28.67	1	28.67													
MÁXIMO CDV																29.40													
CÁLCULO DEL PCI																													
Números Deducidos > 2 (q)												5		Máximo CDV	29.40														
Valor Deducido más alto (HDV)												20.67		PCI	100-MáxCDV														
Número Máximo Admisible Deducidos (m)												8.29		PCI	70.60														
CLASIFICACIÓN																MUY BUENO													
0+931.98																													

Figura 98

Formato de cálculo del PCI de la UM-19



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 																													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																													
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																	
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																	
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																	
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-19				323.81 m ²				11/08/2024																	
PROGRESIVA INICIAL:		0+979.47		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:																	
PROGRESIVA FINAL:		1+025.73		28				RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	1+025.73		531		532	
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																												
22 Grieta de esquina		32 Popouts		31		31																							
23 Losa dividida		33 Bombeo		39 L		36 L																							
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		28 L		28 L																							
25 Escala		35 Cruce de vía férrea		529		530																							
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado		31		31																							
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción		36 L		36 L																							
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina		28 L		28 L																							
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta		527		528																							
30 Parcheo pequeño				31		31																							
				22 M		36 L																							
				39 L		29 M																							
NIVEL DE SEVERIDAD	BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																				
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO																	
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	14.29	20.67																
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	28.57	14.30																
29	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	25.00	16.90																
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	20	28	100.00	9.70																
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	6	14	50.00	8.80																
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	21.43	4.54																
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												20.67																	
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 20.67) =$												8.29																	
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																													
N°	VALOR DEDUCIDO								TOTAL	q	CDV																		
1	20.67	16.90	14.30	9.70	8.80	4.54			74.91	6	38.70																		
2	20.67	16.90	14.30	9.70	8.80	2.00			72.37	5	39.86																		
3	20.67	16.90	14.30	9.70	2.00	2.00			65.57	4	38.43																		
4	20.67	16.90	14.30	2.00	2.00	2.00			57.87	3	37.36																		
5	20.67	16.90	2.00	2.00	2.00	2.00			45.57	2	36.18																		
6	20.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			30.67	1	30.67																		
MÁXIMO CDV											39.86																		
CÁLCULO DEL PCI																													
Números Deducidos > 2 (q)									6	Máximo CDV	39.86																		
Valor Deducido más alto (HDV)									20.67	PCI	100-MáxCDV																		
Número Máximo Admisible Deducidos (m)									8.29	PCI	60.14																		
CLASIFICACIÓN											BUENO																		
0+979.47																													

Figura 99

Formato de cálculo del PCI de la UM-20





 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024" 																													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS																													
NOMBRE DE LA VÍA:				DISTRITO:				PROVINCIA:				REGIÓN:																	
CALLE ORELLANA				JAÉN				JAÉN				CAJAMARCA																	
INSPECCIONADO POR:				UNIDAD DE MUESTREO:				ÁREA DE MUESTRA:				FECHA:																	
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO				UM-20				325.05 m ²				11/08/2024																	
PROGRESIVA INICIAL:		1+025.73		NÚMERO DE LOSAS:				TIPO DE PAVIMENTO:				ESQUEMA:																	
PROGRESIVA FINAL:		1+072.17		28				RÍGIDO																					
21 Blowup/ Buckling		31 Pulimento de agregados		<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>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>				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	1+072.17		559		560	
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																												
22 Grieta de esquina		32 Popouts						31		31																			
23 Losa dividida		33 Bombeo		22 M		36 L																							
24 Grieta de durabilidad "D"		34 Punzonamiento		557		558																							
25 Escala		35 Cruce de vía férrea		31		31																							
26 Sello de junta		36 Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado		29 M		36 L																							
27 Desnivel Carril/Berma		37 Grieta de retracción		555		556																							
28 Grietas lineales		38 Descascaramiento de esquina		31		31																							
29 Parcheo grande		39 Descascaramiento de junta		22 M		28 L																							
30 Parcheo pequeño				36 L		36 L																							
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO (L)				MEDIO (M)				ALTO (H)																			
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS								TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	553		554														
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	21.43	30.33	31		31													
26	L	1									1	3.57	2.00	29 M		36 L													
28	L	1	1	1	1	1					5	17.86	9.61	551		552													
29	L	1									1	3.57	0.79	31		31													
29	M	1	1	1	1	1	1	1			6	21.43	13.19	22 M		36 L													
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	26	92.86	9.41	549		550												
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	15	53.57	9.09	31		31												
															29 M		36 L												
															547		548												
															31		31												
															22 M		36 L												
															545		546												
															28 L		31												
															29 M		36 L												
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												30.33		543		544													
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{98}(100 - 30.33) =$												7.40		31		22 M													
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																													
N°	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV	541		542																	
1	30.33	13.19	9.61	9.41	9.09		71.63	5	39.44	31		31																	
2	30.33	13.19	9.61	9.41	2.00		64.54	4	37.83	22 M		36 L																	
3	30.33	13.19	9.61	2.00	2.00		57.13	3	36.97	539		540																	
4	30.33	13.19	2.00	2.00	2.00		49.51	2	39.14	31		31																	
5	30.33	2.00	2.00	2.00	2.00		38.33	1	38.33	36 L		29 L																	
										537		538																	
										31		31																	
										28 L		36 L																	
										535		536																	
										31		31																	
										28 L		36 L																	
										36 L		36 L																	
MÁXIMO CDV												39.44		533		534													
CÁLCULO DEL PCI																													
Números Deducidos > 2 (q)								5	Máximo CDV	39.44	31		31																
Valor Deducido más alto (HDV)								30.33	PCI	100-MáxCDV	28 L		36 L																
Número Máximo Admisible Deducidos (m)								7.40	PCI	60.56	36 L		36 L																
CLASIFICACIÓN												BUENO		1+025.73															

Figura 100

Formato de cálculo del PCI de la UM-21

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL FILIAL JAÉN “EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024” </div> 													
FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS													
NOMBRE DE LA VÍA:			DISTRITO:			PROVINCIA:			REGIÓN:				
CALLE ORELLANA			JAÉN			JAÉN			CAJAMARCA				
INSPECCIONADO POR:			UNIDAD DE MUESTREO:			ÁREA DE MUESTRA:			FECHA:				
ORTEGA GONZALES, FRANK CONRADO			UM-21			335.46 m ²			11/08/2024				
PROGRESIVA INICIAL:		1+072.17		NÚMERO DE LOSAS:			TIPO DE PAVIMENTO:			ESQUEMA:			
PROGRESIVA FINAL:		1+120.09		28			RÍGIDO						
21 Blowup/ Buckling	31 Pulimento de agregados												
22 Grieta de esquina	32 Popouts												
23 Losa dividida	33 Bombeo												
24 Grieta de durabilidad "D"	34 Punzamiento												
25 Escala	35 Cruce de vía férrea												
26 Sello de junta	36 Descorchamiento/Mapa de grietas/Craquelado												
27 Desnivel Carril/Berma	37 Grieta de retracción												
28 Grietas lineales	38 Descascaramiento de esquina												
29 Parcheo grande	39 Descascaramiento de junta												
30 Parcheo pequeño													
NIVEL DE SEVERIDAD			BAJO (L)			MEDIO (M)			ALTO (H)				
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	NÚMERO DE LOSAS									TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	21.43	30.33
28	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	17.86	9.61
31	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	89.29	9.27
36	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	67.86	10.07
39	L	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	21.43	4.54
MÁXIMO VALOR DEDUCIDO												30.33	
Número Máximo Admisible: $m_i = 1.00 + \frac{q}{90}(100 - HDV_i) = 1.00 + \frac{q}{90}(100 - 30.33) =$												7.40	
CÁLCULO DEL MÁXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)													
Nº	VALOR DEDUCIDO									TOTAL	q	CDV	
1	30.33	10.07	9.61	9.27	4.54					63.83	5	34.86	
2	30.33	10.07	9.61	9.27	2.00					61.29	4	35.95	
3	30.33	10.07	9.61	2.00	2.00					54.01	3	34.81	
4	30.33	10.07	2.00	2.00	2.00					46.40	2	36.80	
5	30.33	2.00	2.00	2.00	2.00					38.33	1	38.33	
MÁXIMO CDV												38.33	
CÁLCULO DEL PCI													
Números Deducidos > 2 (q)										5	Máximo CDV	38.33	
Valor Deducido más alto (HDV)										30.33	PCI	100-MáxCDV	
Número Máximo Admisible Deducidos (m)										7.40	PCI	61.67	
											CLASIFICACIÓN	BUENO	
											1+072.17		

ANEXO 03: CONTEO VEHICULAR

Figura 101

Aforo vehicular día 15/07/24 - lunes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE	CALLE ORELLANA			ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO	X	E ←	X	DÍA Y FECHA	LUNES		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA			TURNO	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL			
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		>=3T3		
07:00 - 08:00	E	22	37	1	1																				
	S	19	42	1				1			1													125	
08:00 - 09:00	E	16	36		2	1																			
	S	17	34	1																				107	
09:00 - 10:00	E	19	39		1	1		1																	
	S	13	30																						104
10:00 - 11:00	E	18	33	1																					
	S	15	42																						109
11:00 - 12:00	E	21	39		1			1																	
	S	14	29	1		1						1													108
12:00 - 13:00	E	21	31		2	1																			
	S	21	37					2																	116
13:00 - 14:00	E	17	31																						
	S	19	45		1	1		2																	116
14:00 - 15:00	E	20	41	1		1																			
	S	18	34			1						1													117
15:00 - 16:00	E	20	31	1	1	1																			
	S	22	36	1																					113
16:00 - 17:00	E	21	37																						
	S	20	31	1	2	2		2																	116
PARCIAL:		373	715	9	11	10	0	9	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1131

Figura 102

Aforo vehicular día 16/07/24 - martes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE		CALLE ORELLANA							ESTACION			ESTACIÓN N° 01													
SENTIDO		X	E ←	X	S →				DÍA Y FECHA			MARTES	16	07	2024										
UBICACIÓN		JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA							TURNO			-													
HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL			
DIAGRA. VEH.																									
07:00 - 08:00	E	22	36		1	1																			123
	S	20	41	1				1																	
08:00 - 09:00	E	24	36			1																			110
	S	17	30					1				1													
09:00 - 10:00	E	19	33																						115
	S	25	37	1																					
10:00 - 11:00	E	16	45		1	1							1												115
	S	19	31	1																					
11:00 - 12:00	E	20	34																						114
	S	23	33	1	1	1		1																	
12:00 - 13:00	E	23	31	1		1		1																	107
	S	19	28	1	1			1																	
13:00 - 14:00	E	19	36									1													102
	S	17	27			1		1																	
14:00 - 15:00	E	23	29		1	1																			116
	S	17	44					1																	
15:00 - 16:00	E	15	23																						89
	S	21	29			1																			
16:00 - 17:00	E	14	30	1																					93
	S	17	29		1																				
PARCIAL:		390	662	7	6	8	0	7	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1084

Figura 103

Aforo vehicular día 17/07/24 - miércoles



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE		CALLE ORELLANA								ESTACION		ESTACIÓN N° 01												
SENTIDO		X		E ←		X		S →		DÍA Y FECHA		MIÉRCOLES												
UBICACIÓN		JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA								TURNO		-												
HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																								
07:00 - 08:00	E	15	32	1	1	1																		98
	S	16	30	1	1																			
08:00 - 09:00	E	12	32			1		1				1	1											101
	S	22	26	2		2					1													
09:00 - 10:00	E	16	27					1																100
	S	15	38		1	1		1																
10:00 - 11:00	E	23	32	1				1																105
	S	16	29		1	1		1																
11:00 - 12:00	E	20	27	1		1																		99
	S	19	31																					
12:00 - 13:00	E	24	35	1	1			1				1	1											115
	S	19	28		1	2		1																
13:00 - 14:00	E	18	38	1				1					1											105
	S	14	29		1	1		1																
14:00 - 15:00	E	22	21	1	1	1																		94
	S	19	28					1																
15:00 - 16:00	E	23	29																					99
	S	14	30	1	1			1																
16:00 - 17:00	E	17	37			1																		107
	S	17	32	1	1							1												
PARCIAL:		361	611	11	10	12	0	11	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1023

Figura 104

Aforo vehicular día 18/07/24 - jueves



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE	CALLE ORELLANA				ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA	JUEVES		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA				TURNO	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
07:00 - 08:00	E	21	28	1				1															103	
	S	19	30		1	1																		
08:00 - 09:00	E	21	34	1																			116	
	S	22	37					1																
09:00 - 10:00	E	27	28	1	1	1		2				1											128	
	S	20	47																					
10:00 - 11:00	E	14	28		1	1		1															110	
	S	21	42	1		1																		
11:00 - 12:00	E	17	32	1	1			1															114	
	S	20	38		2	1						1												
12:00 - 13:00	E	15	30		1	1							1	1									112	
	S	23	39	1																				
13:00 - 14:00	E	16	35		1	1																	98	
	S	14	29	1				1																
14:00 - 15:00	E	22	42			1																	115	
	S	20	28	1	1																			
15:00 - 16:00	E	16	34					1															112	
	S	16	41	1		1		1				1												
16:00 - 17:00	E	14	28		1								1										97	
	S	17	34	1									1											
PARCIAL:		375	684	10	10	9	0	9	0	0	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1105	

Figura 105

Aforo vehicular día 19/07/24 - viernes



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE		CALLE ORELLANA								ESTACION		ESTACIÓN N° 01														
SENTIDO		X		E ←	X		S →		DÍA Y FECHA		VIERNES															
UBICACIÓN		JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA								TURNO		-														
HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL				
DIAGRA. VEH.																										
07:00 - 08:00	E	16	38		1	1						1														
	S	17	36	1																						111
08:00 - 09:00	E	17	29		1							1														106
	S	21	34	1		1		1																		94
09:00 - 10:00	E	19	26					1																		109
	S	15	32		1							1														104
11:00 - 12:00	E	15	29	1	1	1						1														105
	S	21	32	1		1		1																		112
12:00 - 13:00	E	22	37	2	2																					107
	S	14	24			1		1				1	1													115
13:00 - 14:00	E	21	30	1	1																					111
	S	15	43					1																		107
14:00 - 15:00	E	19	29			1																				115
	S	19	36	1	1							1														111
15:00 - 16:00	E	16	49	1		1		1																		111
	S	18	28		1							1	1													111
16:00 - 17:00	E	25	29			1						1	1													111
	S	17	33	2	1			1																		111
PARCIAL:		366	662	11	10	9	0	7	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1074

Figura 106

Aforo vehicular día 20/07/24 - sábado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE	CALLE ORELLANA				ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA	SÁBADO		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA				TURNOS	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
07:00 - 08:00	E	15	26	2	1	2		1				1												98	
	S	17	33		1			1																	
08:00 - 09:00	E	23	32	1								1													108
	S	15	32	1	1	1		1																	
09:00 - 10:00	E	16	29	1																					100
	S	21	31		1							1													
10:00 - 11:00	E	10	34			1		1																	98
	S	17	32	2	1																				
11:00 - 12:00	E	18	41			1																			115
	S	18	34		1	1						1													
12:00 - 13:00	E	21	35	1	1																				119
	S	19	34	1	2	3		1																	
13:00 - 14:00	E	20	31					1					1												107
	S	24	25	1	1	1		1					1												
14:00 - 15:00	E	13	39										1												104
	S	17	33			1																			
15:00 - 16:00	E	19	39	1	1			1																	104
	S	22	21																						
16:00 - 17:00	E	20	36	2		1																			113
	S	20	32			1																			
PARCIAL:		365	649	13	10	13	0	7	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1066

Figura 107

Aforo vehicular día 21/07/24 - domingo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA - FILIAL JAÉN



FORMATO RESUMEN DEL DÍA - CLASIFICACIÓN VEHICULAR
ESTUDIO DE TRÁNSITO

TESIS: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PCI DE LA CALLE ORELLANA, JAÉN 2024"

NOMBRE DE LA CALLE	CALLE ORELLANA				ESTACION	ESTACIÓN N° 01		
SENTIDO	X	E ←	X	S →	DÍA Y FECHA	DOMINGO		
UBICACIÓN	JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA				TURNO	-		

HORA	SENTIDO	MOTO	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL		
						PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
07:00 - 08:00	E	21	30	1	1	1																		117	
	S	21	36	2		3						1													
08:00 - 09:00	E	21	33	1	1	1							1												108
	S	17	31		1			1																	
09:00 - 10:00	E	26	35			1		1					1												116
	S	19	30	1		1		1																	
10:00 - 11:00	E	24	28		2								1												104
	S	17	29	1		1		1																	
11:00 - 12:00	E	13	31	1									1												103
	S	21	30	1	1	1							1	2											
12:00 - 13:00	E	28	39	1		1																			127
	S	19	38			1																			
13:00 - 14:00	E	20	37			1		2						1											112
	S	21	28	1	1																				
14:00 - 15:00	E	14	35																						116
	S	22	41	1		1		1						1											
15:00 - 16:00	E	19	27		2									1											104
	S	18	37																						
16:00 - 17:00	E	25	21	1	1																				107
	S	21	35	1	1	1																			
PARCIAL:		407	651	13	11	14	0	7	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1114

ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 108

Levantamiento topográfico del pavimento rígido la calle Orellana



Figura 109

Conteo de vehículos en punto de aforo



Figura 110

Grieta de esquina (22) identificada en la UM-05



Figura 111

Grieta de esquina (22) identificada en la UM-09



Figura 112

Losa dividida (23) identificada en la UM-05



Figura 113

Losa dividida (23) identificada en la UM-06



Figura 114

Escala (25) identificada en la UM-01



Figura 115

Escala (25) identificada en la UM-13



Figura 116

Daño del sello de la junta (26) identificada en la UM-12



Figura 117

Daño del sello de la junta (26) identificada en la UM-16



Figura 118

Grietas lineales (28) identificada en la UM-13



Figura 119

Grietas lineales (28) identificada en la UM-06



Figura 120

Parche grande (29) identificada en la UM-03



Figura 121

Parche grande (29) identificada en la UM-10



Figura 122

Parche pequeño (30) identificada en la UM-02



Figura 123

Parche pequeño (30) identificada en la UM-09



Figura 124

Pulimento de agregados (31) identificada en la UM-01



Figura 125

Pulimento de agregados (31) identificada en la UM-06



Figura 126

Mapa de grietas (36) identificada en la UM-20



Figura 127

Mapa de grietas (36) identificada en la UM-21



Figura 128

Grietas de retracción (37) identificada en la UM-06



Figura 129

Grietas de retracción (37) identificada en la UM-12

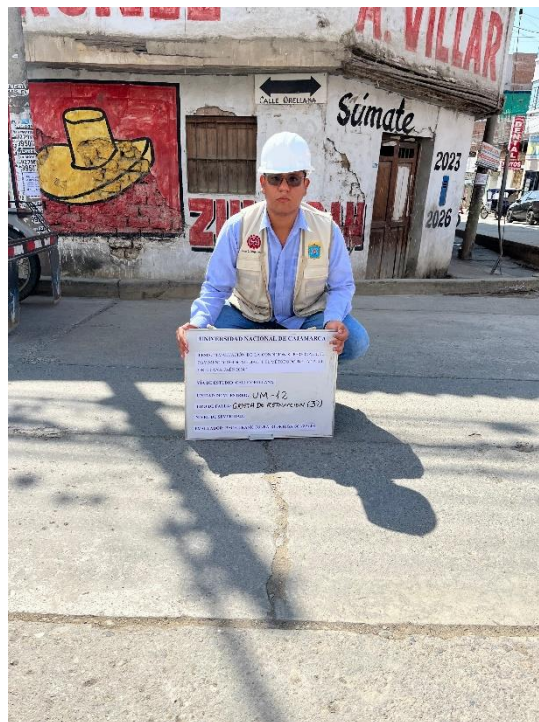


Figura 130

Descascaramiento de esquina (38) identificada en la UM-08



Figura 131

Descascaramiento de esquina (38) identificada en la UM-06



Figura 132

Descascaramiento de junta (39) identificada en la UM-08



Figura 133

Descascaramiento de junta (39) identificada en la UM-06



ANEXO 05: PLANOS