

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA



“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”.

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. Civil. VERA SÁNCHEZ, Wilmer.

ASESOR:

Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

CAJAMARCA – PERÚ

2022

COPYRIGHT©2022 By
WILMER VERA SÁNCHEZ

DEDICATORIA

A Dios ya que es quien nos provee las fuerzas necesarias para superar con éxito todos los obstáculos, y por estar conmigo en todo momento, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haberme hecho coincidir con personas que, a través de su apoyo incondicional, fueron un medio importante para alcanzar el fin de este trabajo de investigación.

A mis queridos padres, por su apoyo incansable, quienes fueron guía, soporte y aliento para poder alcanzar mis objetivos profesionales.

Wilmer.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme y haberme dado salud para lograr cada uno de mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, por representar constancia y valores, por sus enseñanzas y valor mostrado para salir adelante y por haber sido el apoyo constante para lograr mis objetivos.

A mi hermano y hermanas por apoyarme en todo momento de mi vida, por sus consejos y sacrificio reflejados en el apoyo tanto estudiantil como en la vida cotidiana.

Al ing. Ever Rodríguez Guevara, asesor de esta tesis, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua de la misma.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Facultad de Ingeniería y en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, que a través de sus docentes impartieron conocimientos contribuyendo a la ardua labor de la formación profesional.

Wilmer.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5 VARIABLES.....	3
1.5.1 Variable independiente.....	3
1.5.2 Variable dependiente.....	3
1.5.3 Operacionalización de variables.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.7 ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.7.1 Alcances.....	4
1.7.2 Delimitación.....	4
1.7.3 Limitaciones.....	5
1.8 OBJETIVOS.....	5
1.8.1 Objetivo general.....	5
1.8.2 Objetivos específicos.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	6
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	6
2.1.3 Antecedentes locales.....	7
2.2 BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1 Pavimento.....	8
2.2.2 Clasificación de los pavimentos.....	8
2.2.3 Composición estructural de un pavimento rígido.....	10
2.2.4 Funciones de las capas del pavimento rígido.....	11
2.2.5 Ventajas y desventajas del uso de pavimentos rígidos.....	11
2.2.6 Tipos de evaluación de pavimentos.....	12

2.2.7 Evaluación del pavimento existente.....	12
2.2.8 Método índice de condición del pavimento PCI.....	13
2.2.9 Levantamiento topográfico	33
2.2.10 Estudio de tráfico	34
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	35
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1 Ubicación política	36
3.1.2 Ubicación geográfica.....	37
3.2 TIEMPO Y ÉPOCA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
3.3 MATERIALES E INSTRUMENTOS.....	37
3.4 PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA PCI.	38
3.4.1 Aplicación del método (PCI) – unidad de muestra 01	40
3.5 ESTUDIO DE TRÁFICO DEL JR. ALFONSO UGARTE	44
3.5.1 Ubicación de la estación.....	44
3.5.2 Procesamiento de datos	44
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	47
4.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	47
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL JR. ALFONSO UGARTE	47
4.2.1 Análisis de resultados de la cuadra 1 del jr. Alfonso Ugarte.	47
4.2.2 Análisis de resultados de la cuadra 2 del jr. Alfonso Ugarte.	48
4.2.3 Análisis de resultados de la cuadra 3 del jr. Alfonso Ugarte.	48
4.2.4 Análisis de resultados de la cuadra 4 del jr. Alfonso Ugarte.	49
4.2.5 Análisis de resultados de la cuadra 5 del jr. Alfonso Ugarte.	50
4.2.6 Análisis de resultados de la cuadra 6 del jr. Alfonso Ugarte.	51
4.2.7 Análisis de resultados de la cuadra 7 del jr. Alfonso Ugarte.	52
4.2.8 Análisis de resultados de la cuadra 8 del jr. Alfonso Ugarte.	52
4.2.9 Análisis de resultados de la cuadra 9 del jr. Alfonso Ugarte.	53
4.2.10 Análisis de resultados de la cuadra 10 del jr. Alfonso Ugarte.	54
4.2.11 Análisis de resultados de la cuadra 11 del jr. Alfonso Ugarte.	55
4.2.12 Análisis de resultados de la cuadra 12 del jr. Alfonso Ugarte.	55
4.2.13 Análisis de resultados de la cuadra 13 del jr. Alfonso Ugarte.	56
4.2.14 Análisis de resultados de la cuadra 14 del jr. Alfonso Ugarte.	57
4.2.15 Análisis de resultados de la zona en estudio	58

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	60
4.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	61
4.4.1 Reparación del espesor total de la losa.....	62
4.4.2 Reparación del espesor parcial de la losa.....	62
4.4.3 Cosido cruzado	63
4.4.4 Cepillado y ranurado	63
4.5 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
5.1 CONCLUSIONES	64
5.2 RECOMENDACIONES.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	67
ANEXO 01: ÁBACOS PARA OBTENER LOS VALORES DEDUCIDOS PARA LAS DIFERENTES FALLAS DE PAVIMENTO RÍGIDO	67
ANEXO 02: REGISTRO DE PATOLOGÍAS DE LAS UNIDADES DE MUESTRA DE LA ZONA DE ESTUDIO	75
ANEXO 03: FOTOGRAFÍAS DE FALLAS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	170
ANEXO 04: DATOS DE CONTEO VEHICULAR	174
ANEXO 05: DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	175
ANEXO 06: PLANOS	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	3
Tabla 2. Rangos para clasificar un pavimento según PCI.	13
Tabla 3. Niveles de severidad para la falla losa dividida.	15
Tabla 4. Niveles de severidad para escala.	17
Tabla 5. Niveles de severidad para punzonamiento.	24
Tabla 6. Niveles de severidad para descaramientos de esquina.	27
Tabla 7. Niveles de severidad de descaramiento de junta.	28
Tabla 8. Resumen de daños en vías con superficie de cemento portland.....	29
Tabla 9. Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de la zona de estudio.	37
Tabla 10. Registro de fallas para pavimento rígido um-1	40
Tabla 11. Cálculo del máximo valor deducido corregido um - 1	43
Tabla 12. Ubicación de la estación.....	44

Tabla 13. Índice medio diario semanal “IMDS”	45
Tabla 14. Factor de corrección estacional.	45
Tabla 15. Índice medio diario anual.	45
Tabla 16. Resumen de valores PCI de la cuadra 1 de la zona en estudio.....	47
Tabla 17. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 1	47
Tabla 18. Resumen de valores PCI de la cuadra 2 de la zona en estudio.....	48
Tabla 19. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 2.....	48
Tabla 20. Resumen de valores PCI de la cuadra 3 de la zona en estudio.....	49
Tabla 21. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 3.....	49
Tabla 22. Resumen de valores PCI de la cuadra 4 de la zona en estudio.....	50
Tabla 23. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 4.....	50
Tabla 24. Resumen de valores PCI de la cuadra 5 de la zona en estudio.....	50
Tabla 25. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 5.....	51
Tabla 26. Resumen de valores PCI de la cuadra 6 de la zona en estudio.....	51
Tabla 27. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 6.....	51
Tabla 28. Resumen de valores PCI de la cuadra 7 de la zona en estudio.....	52
Tabla 29. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 7.....	52
Tabla 30. Resumen de valores PCI de la cuadra 8 de la zona en estudio.....	53
Tabla 31. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 8.....	53
Tabla 32. Resumen de valores PCI de la cuadra 9 de la zona en estudio.....	53
Tabla 33. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 9.....	54
Tabla 34. Resumen de valores PCI de la cuadra 10 de la zona en estudio.....	54
Tabla 35. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 10.....	54
Tabla 36. Resumen de valores PCI de la cuadra 11 de la zona en estudio.....	55
Tabla 37. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 11.....	55
Tabla 38. Resumen de valores PCI de la cuadra 12 de la zona en estudio.....	56
Tabla 39. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 12.....	56
Tabla 40. Resumen de valores PCI de la cuadra 13 de la zona en estudio.....	56
Tabla 41. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 13.....	57
Tabla 42. Resumen de valores PCI de la cuadra 14 de la zona en estudio.....	57
Tabla 43. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 14.....	57
Tabla 44. PCI del total de unidades de muestra del Jr. Alfonso Ugarte.....	59
Tabla 45. Porcentaje de fallas totales encontradas en las unidades de muestra del Jr. Alfonso Ugarte.	60
Tabla 46. Alternativas de solución.	61

Tabla 47. Registro de fallas de la unidad de muestra 01	76
Tabla 48. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-1	77
Tabla 49. Registro de fallas de la um-2	78
Tabla 50. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-2	79
Tabla 51. Registro de fallas de la um-3	80
Tabla 52. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-3	81
Tabla 53. Registro de fallas de la um-4	82
Tabla 54. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-4	83
Tabla 55. Registro de fallas de la um-5	84
Tabla 56. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-5	85
Tabla 57. Registro de fallas de la um-06	86
Tabla 58. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-6	87
Tabla 59. Registro de fallas de la um-7	88
Tabla 60. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-7	89
Tabla 61. Registro de fallas de la um-08	90
Tabla 62. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-8	91
Tabla 63. Registro de fallas de la um-09	92
Tabla 64. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-9	93
Tabla 65. Registro de fallas de la um-10	94
Tabla 66. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-10	95
Tabla 67. Registro de fallas de la um-11	96
Tabla 68. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-11	97
Tabla 69. Registro de fallas de la um-12	98
Tabla 70. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-12	99
Tabla 71. Registro de fallas de la um-13	100
Tabla 72. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-13	101
Tabla 73. Registro de fallas de la um-14	102
Tabla 74. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-14	103
Tabla 75. Registro de fallas de la um-15	104
Tabla 76. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-15	105
Tabla 77. Registro de fallas de la um-16	106
Tabla 78. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-16	107
Tabla 79. Registro de fallas de la um-17	108
Tabla 80. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-17	109

Tabla 81. Registro de fallas de la um-18	110
Tabla 82. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-18	111
Tabla 83. Registro de fallas de la um-19	112
Tabla 84. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-19	113
Tabla 85. Registro de fallas de la um-20	114
Tabla 86. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-20	115
Tabla 87. Registro de fallas de la um-21	116
Tabla 88. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-21	117
Tabla 89. Registro de fallas de la um-22	118
Tabla 90. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-22	119
Tabla 91. Registro de fallas de la um-23	120
Tabla 92. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-23	121
Tabla 93. Registro de fallas de la um-24	122
Tabla 94. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-24	123
Tabla 95. Registro de fallas de la um-25	124
Tabla 96. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-25	125
Tabla 97. Registro de fallas de la um-26	126
Tabla 98. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-26	127
Tabla 99. Registro de fallas de la um-27	128
Tabla 100. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-27	129
Tabla 101. Registro de fallas de la um-28	130
Tabla 102. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-28	131
Tabla 103. Registro de fallas de la um-29	132
Tabla 104. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-29	133
Tabla 105. Registro de fallas de la um-30	134
Tabla 106. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-30	135
Tabla 107. Registro de fallas de la um-31	136
Tabla 108. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-31	137
Tabla 109. Registro de fallas de la um-32	138
Tabla 110. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-32	139
Tabla 111. Registro de fallas de la um-33	140
Tabla 112. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-33	141
Tabla 113. Registro de fallas de la um-34	142
Tabla 114. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-34	143

Tabla 115. Registro de fallas de la um-35	144
Tabla 116. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-35	145
Tabla 117. Registro de fallas de la um-36	146
Tabla 118. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-36	147
Tabla 119. Registro de fallas de la um-37	148
Tabla 120. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-37	149
Tabla 121. Registro de fallas de la um-38	150
Tabla 122. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-38	151
Tabla 123. Registro de fallas de la um-39	152
Tabla 124. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-39	153
Tabla 125. Registro de fallas de la um-40	154
Tabla 126. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-40	155
Tabla 127. Registro de fallas de la um-41	156
Tabla 128. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-41	157
Tabla 129. Registro de fallas de la um-42	158
Tabla 130. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-42	159
Tabla 131. Registro de fallas de la um-43	160
Tabla 132. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-43	161
Tabla 133. Registro de fallas de la um-44	162
Tabla 134. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-44	163
Tabla 135. Registro de fallas de la um-45	164
Tabla 136. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-45	165
Tabla 137. Registro de fallas de la um-46	166
Tabla 138. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-46	167
Tabla 139. Registro de fallas de la um-47	168
Tabla 140. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-47	169

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del pavimento flexible	9
Figura 2. Estructura del pavimento rígido	9
Figura 3. Estructura del pavimento articulado.....	10
Figura 4. Blowup / buckling de baja (a), media (b) y alta (c) severida.	14
Figura 5. Grieta de esquina de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	15
Figura 6. Losa dividida de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	16

Figura 7. Grieta de durabilidad de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	17
Figura 8. Escala de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	17
Figura 9. Sello de junta de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	18
Figura 10. Desnivel carril / berma de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	19
Figura 11. Grietas lineales de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	20
Figura 12. Parche grande de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	21
Figura 13. Parche pequeño de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	22
Figura 14. Pulimento de agregados.	22
Figura 15. Popouts.	23
Figura 16. Bombeo.	23
Figura 17. Punzonamiento de severidad baja (a), media (b) y alta (c).	24
Figura 18. Cruce de vía férrea de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	25
Figura 19. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	26
Figura 20. Grietas de contracción.	26
Figura 21. Descaramiento de esquina de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.	27
Figura 22. Descaramiento de junta de alta severidad.	28
Figura 23. Método de estación libre.	33
Figura 24. Ubicación del proyecto de investigación en el Perú, departamento Cajamarca – distrito Cajamarca.	36
Figura 25. Ubicación del proyecto de investigación en la ciudad.	36
Figura 26. Valores deducidos para falla de pulimento de agregados	41
Figura 27. Valores deducidos corregidos (CDV), pavimento rígido um-1.	43
Figura 28. Ubicación de la estación.	44
Figura 29. Participación por tipo de vehículo – Jr. Alfonso Ugarte.	46
Figura 30. Clasificación vehicular IMDA - Jr. Alfonso Ugarte	46
Figura 31. Variación diaria de vehículos - Jr. Alfonso Ugarte.	46
Figura 32. Ábaco para determinar el valor deducido corregido (CDV)	68
Figura 33. Curvas de valor deducido para la falla 21-blowup-bukling	69
Figura 34. Curvas de valor deducido para la falla 22 – grieta de esquina.	69
Figura 35. Curvas de valor deducido para la falla 23 – losa dividida.	69
Figura 36. Curvas de valor deducido, falla 24 – grieta de durabilidad “D”	70
Figura 37. Curvas de valor deducido para la falla 25 – escala.	70
Figura 38. Curvas de valor deducido para la falla 27 – desnivel carril / berma	70
Figura 39. Curvas de valor deducido para la falla 28 – grietas lineales	71

Figura 40. Curvas de valor deducido, falla 29 – parcheo grande (>0.45 m2)	71
Figura 41. Curvas de valor deducido, falla 30 – parcheo pequeño (<0.45 m2)	71
Figura 42. Curvas de valor deducido para la falla 31 – pulimento de agregados.....	72
Figura 43. Curvas de valor deducido para la falla 32 - popouts.....	72
Figura 44. Curvas de valor deducido para la falla 33 - bombeo.....	72
Figura 45. Curvas de valor deducido para la falla 34 - punzonamiento	73
Figura 46. Curvas de valor deducido para la falla 35 – cruce de vía férrea	73
Figura 47. Curvas de valor deducido para la falla 36 – craquelado	73
Figura 48. Curvas de valor deducido para la falla 37 – grietas de retracción.....	74
Figura 49. Curvas de valor deducido, falla 38 – descaramiento de esquina.....	74
Figura 50. Curvas de valor deducido para la falla 39 – descaramiento de junta	74
Figura 51. Falla de escala ubicada en la um-03.....	171
Figura 52. Falla de parche grande encontrada en la um-03.....	171
Figura 53. Falla de punzonamiento de alta severidad en la um-11	171
Figura 54. Falla de grieta lineal de alta severidad ubicada en la um-14.....	171
Figura 55. Falla de grieta de esquina de severidad media ubicada en la um-19.....	172
Figura 56. Descaramiento de esquina de severidad leve ubicada en la um-27.....	172
Figura 57. Levantamiento topográfico, desde la estación 01.	172
Figura 58. Toma de datos, coordenadas de BM1.	172
Figura 59. Levantamiento topográfico, toma de datos cuadra 05.....	173
Figura 60. Monumentación de BM, para cambio de estación.	173
Figura 61. Levantamiento topográfico, cruce con Jr. Arcomayo.	173
Figura 62. Toma de datos para determinar el índice de tráfico.	173

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Cajamarca, siendo el objetivo principal, evaluar el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, aplicando la metodología PCI. Inicialmente se realizó la selección de la muestra, luego se procedió a realizar la inspección visual, donde se identificaron las fallas que presenta cada unidad de muestreo, aplicando la metodología PCI, el cual utiliza una escala de medición de 0 a 100, para el proceso de recolección de datos se utilizó una hoja de exploración o ficha PCI, en la cual se determinó los daños, niveles de severidad y la cuantificación de patologías presentes en las losas; en dicho estudio se determinó, una población de 14 cuadras del Jr. Alfonso Ugarte, siendo un total de 47 unidades de muestreo. Posterior a ello, se procesó los datos en gabinete, aplicando la metodología PCI, donde se determinó que la condición del pavimento tiene una condición **regular**, con un valor de PCI de 52.58, además se determinó que, las fallas que más afectan el pavimento del tramo en estudio son: parcheo grande 36.97%, grieta lineal 21.87% y pulimiento de agregados 21.40%, finalmente se establecieron estrategias para su mantenimiento.

Palabras clave: estado de conservación, índice de condición del pavimento, pavimento rígido, fallas, niveles de severidad.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the city of Cajamarca, the main objective being to evaluate the state of conservation of the rigid pavement of Jr. Alfonso Ugarte applying the PCI methodology. Initially, the selection of the sample was carried out, then the visual inspection was carried out, where the faults presented by each demonstration unit were identified, applying the PCI methodology, which uses a measurement scale from 0 to 100. For the process of data collection, an exploration sheet or PCI file was obtained in which the damages, severity levels and the quantification of pathologies present in the losses will be prolonged; In said study, a population of 14 blocks from Jr. Alfonso Ugarte will be extended, being a total of 47 demonstration units. After that, the data was processed in the cabinet applying the PCI methodology, where it will be prolonged that the condition of the pavement has a **regular** condition, with a PCI value of 52.58, in addition, the failures that most perfect the pavement of the section under study will be prolonged. They are: large patching 36.97%, linear crack 21.87% and polishing of aggregates 21.40%, strategies for their maintenance were finally found.

Keywords: conservation status, pavement condition index, rigid pavement, faults, severity levels.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento socio económico de un país, se basa principalmente en la infraestructura vial, estas estructuras garantizan la interrelación cultural, económica y sobre todo social entre diferentes sociedades. Es por tal motivo, que es de vital importancia que las vías de comunicación se encuentren en óptimo estado, por lo que el estado competente debe garantizar la implementación de estrategias, para la conservación, mantenimiento y rehabilitación de las mismas, basadas en manuales existentes y metodologías como la que aplicaremos en este proyecto de investigación.

La metodología PCI contempla diferentes daños y niveles de severidad para el estudio y/o evaluación de pavimentos, el cual ha sido adoptado en nuestro país para afrontar una problemática frecuente como, el deterioro de los pavimentos y determinar el estado de conservación que presenta, para la respectiva intervención que requiera la vía. Con el desarrollo de este proyecto de investigación abordamos la problemática de la presencia de deterioros a nivel superficial del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendida entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, usando un método estándar como el PCI, para identificar el estado de conservación que posee. Este método también se puede aplicar a la gran mayoría de calles de la ciudad, lo que permitirá que se pueda implementar y planificar políticas de mantenimiento adecuadas. Es de suma importancia conocer el estado de deterioro que tiene una vía, para el mantenimiento de pavimentos de manera que, mediante este se puede determinar la proyección a futuro, del estado de conservación de un determinado pavimento.

En la presente investigación se aplicará el método PCI, planteando como objetivo principal, evaluar el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, utilizando el método PCI; presentando como hipótesis, el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, evaluado mediante los parámetros del método PCI, es regular.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La infraestructura vial es fundamental para el crecimiento social, económico y cultural de un país, por lo que es importante implementar y ampliar nuevos métodos, los cuales nos permitan evaluar el estado de conservación de un pavimento.

El estado peruano interviene en la construcción, mantenimiento y rehabilitación de las vías mediante el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en dicho proceso, se invierte tanto económicamente como mano de obra, con el objetivo de brindar un servicio adecuado y seguro a transportistas y público en general.

En la región Cajamarca, el transporte que predomina es el terrestre, por estas vías nos movilizamos tantos peatones y transporte público, además lo usamos para interconectar sectores importantes como la agricultura, economía y el turismo regional, cabe resaltar que la región presenta graves problemas en proyectos viales como, la presencia de fallas o deterioros de carreteras, dichos deterioros con frecuencia se presentan antes de cumplir su periodo de vida útil de la gran mayoría de proyectos, es por esta razón que los ingenieros se ven en la necesidad de establecer y aplicar sistemas apropiados de rehabilitación y mantenimiento, para recuperar el nivel de serviciabilidad inicial de los pavimentos.

En la actualidad por el Jr. Alfonso Ugarte circula una gran cantidad de vehículos, el cual provoca asentamientos más o menos importantes, dicho tráfico produce fallas en el pavimento, que hacen que la estructura no cumpla con el tiempo de servicio para el cual fue diseñado. El tramo en estudio está en el transcurso de su periodo de vida útil, pero presenta fallas como: asentamientos, deformaciones plásticas, etc. Las cuales afectan al tránsito vehicular y peatonal, generando incomodidad en transportistas y público en general. Es por ello que, en el presente estudio, se realizó la evaluación del pavimento del Jr. Alfonso Ugarte, comprendida entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth, de la ciudad de Cajamarca, donde se determinó los diferentes daños y patologías en severidad, cantidad y densidad de cada una de las unidades de muestreo del pavimento, para que de esta forma podamos conocer su estado de conservación.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En qué estado de conservación se encuentra el pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, evaluado mediante el método PCI?

1.4 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

El estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, evaluado mediante los parámetros del método PCI, es regular.

1.5 VARIABLES

1.5.1 Variable independiente

Fallas en el pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte.

1.5.2 Variable dependiente

Estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte.

1.5.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<p>Variable independiente.</p> <p>Fallas en el pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte.</p>	<p>El pavimento es una estructura compuesta por capas de distintos materiales, construidas sobre la subrasante, dicha estructura permite el tránsito seguro y confortable del volumen vehicular. Las fallas en el pavimento se producen por distintos motivos, como el mal estado de los materiales, o por fallas constructivas y se producen durante su periodo de vida útil.</p>	<p>Métodos como el PCI son usados en la evaluación de un pavimento rígido, ya que contempla un total de 19 fallas. Estudiadas en el Ítem 2.2.8.3, de las cuales en campo se identificará la que afecta exactamente a las unidades de muestra, además este método ayuda a determinar la severidad de dichas fallas, para finalmente determinar el estado de conservación.</p>	<p><u>Tipos de fallas en pavimentos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fisuras y grietas 2. Deformaciones superficiales 3. Desprendimientos 4. Asentamientos 5. Otras fallas 	<p>Son las 19 fallas que contempla la metodología PCI. Ítem 2.2.8.3.</p> <ol style="list-style-type: none"> 21. Blawup buckling. 22. Grieta de esquina 23. Losa dividida, 24. Grieta de durabilidad, 25. Escala, ... 37. Grieta de retracción, 38. Descaramiento de esquina. 39. Descaramiento de junta
<p>Variable dependiente.</p> <p>Estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte.</p>	<p>Es la condición en la que se encuentra el pavimento, la cual se determinará mediante una evaluación visual para identificar las fallas que presenta dicho pavimento, además de identificar la causa de los principales deterioros.</p>	<p>Se realiza la evaluación del pavimento, utilizando el método PCI, para determinar su estado de conservación. El PCI es un índice numérico que varía desde 100 para un pavimento en estado excelente, hasta 0 que indica un pavimento fallado.</p>	<p><u>Clasificación-rango</u></p> <p>Excelente 100 - 85</p> <p>Muy bueno 85 - 70</p> <p>Bueno 70 - 55</p> <p>Regular 55 - 40</p> <p>Malo 40 - 25</p> <p>Muy malo 25 - 10</p> <p>Fallado 10 - 0</p>	<p>Máximo valor deducido corregidos (Máx. CDV)</p> <p>Valor PCI.</p>

1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La razón fundamental de la evaluación del estado de conservación de un pavimento rígido, es identificar las fallas que presenta la capa de rodadura, con ello se busca determinar las patologías que lo afectan, ya que es indispensable mantener en óptimo estado, la infraestructura vial para el desarrollo social, económico y cultural de una sociedad, es por ello que debemos tomar previsiones y correcciones necesarias, en la aplicación de métodos para el mantenimiento de vías.

La presente investigación, se justifica en la necesidad de evaluar, el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca, utilizando el método PCI.

Por consiguiente, la evaluación superficial de pavimentos rígidos, es de gran ayuda en proyectos de infraestructura vial, para el mantenimiento adecuado y la conservación de pavimentos, de esta manera se consigue mejorar la calidad de servicio para transportistas y público en general.

1.7 ALCANCES Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Alcances

A través de la presente investigación, se determinará el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth, haciendo uso de la metodología PCI, se realiza mediante una inspección visual e inventario manual, de los grados de afectación, clase de daño y niveles de severidad, que se tiene sobre la condición del pavimento, con la información de campo obtenida, se procederá a determinar el valor del PCI del pavimento en estudio.

La finalidad del proyecto de investigación, es brindar alternativas de solución, acorde al estado de conservación presente del pavimento del Jr. Alfonso Ugarte, y de esta manera recuperar sus condiciones iniciales de serviciabilidad.

1.7.2 Delimitación

El proyecto de investigación denominado: “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”, comprende el Jr. Alfonso Ugarte, el

cual se encuentra entre la Av. Independencia y el Jr. Jesús de Nazareth, del distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, región Cajamarca; las coordenadas geográficas de la ciudad son 7°9'23" latitud sur, 78°30'56" longitud oeste. Cajamarca posee una población de 246536 habitantes y una superficie de 37900 hectáreas, ubicada a una altitud de 2719 msnm y su temperatura es de 12.8 °C. Dicho tramo comprende un total de 14 cuadras con una longitud de 1.475 km.

La investigación se elaboró y desarrolló durante un periodo de 4 meses, en lo que comprende recopilación de información, análisis de datos, evaluación de resultados y finalmente, brindar alternativas para la solución de las fallas existentes, el inicio de la evaluación y toma de datos en campo se realizó a partir del 25 de Julio del 2020.

Los recursos para realizar el presente proyecto de investigación, comprenderán un monto de S/. 4367.7 soles por parte del investigador, esto incluye elaboración de tesis, topografía, transporte.

1.7.3 Limitaciones

La principal limitación en el presente trabajo de investigación, es el volumen de tráfico existente en el tramo en estudio.

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo general

- Evaluar el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, utilizando el método PCI.

1.8.2 Objetivos específicos

- Identificar los parámetros de evaluación, según la metodología PCI, para determinar las patologías más comunes y la severidad en la superficie del pavimento del Jr. Alfonso Ugarte.
- Brindar soluciones que vayan acorde al tratamiento de los deterioros existentes en el pavimento en evaluación.
- Determinar la demanda de transporte del Jr. Alfonso Ugarte.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1 Antecedentes internacionales

Cote G. y Villalva L. (2017), realizaron en la república de Colombia la “Evaluación de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación, caso de estudio: carretera 1ra del barrio Bocagrande”. El objeto de este proyecto fue evaluar y definir el estado del pavimento del tramo en estudio, usando el método PCI, lograron además brindar múltiples estrategias de mantenimiento, para las fallas que producen, el mayor porcentaje de afectación del pavimento rígido en estudio. Llegando a la conclusión, de que el valor del PCI del pavimento de la Av. El Malecón, tiene un valor de 44.4%, que según el rango de clasificación del método PCI, posee un estado de conservación regular. De la totalidad de las losas estudiadas el 65% presenta un estado de conservación “regular”, el 25% presenta un estado “malo” y el 10% posee un estado de conservación “muy malo”. Finalmente se determinó que las unidades que poseen estado de conservación “malo”, con severidad “alta” son 1,4,6,8 y 9 cuyos valores de PCI son 32%, 30%, 37% y 36% respectivamente, y las muestras que presentan estado de conservación “Bueno” son 17 y 20, con PCI de 56% y 63.02% en este orden.

Miranda R. (2010), realizó en la república de Chile la investigación “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”. La cual tuvo como principal objetivo, determinar las fallas de los pavimentos flexibles y rígidos, para finalmente brindar alternativas de solución, para el mantenimiento y rehabilitación de dicho pavimento, a un costo favorable y con un resultado eficiente. Llegando a la conclusión que es necesario un mantenimiento oportuno y adecuado, para lograr mantener el pavimento en estado óptimo para el servicio público. Y con respecto a los sectores 1 y 2 de Valdivia, indican que las técnicas de mantenimiento aplicadas no fueron adecuadas, ya que no contemplaron los criterios establecidos para la solución respectiva.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Torres L. (2018), en su investigación realizó la “Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI). En las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash”. En dicha investigación, se evaluó el estado de conservación del pavimento rígido, aplicando la metodología del PCI, en la cual se lograron identificar múltiples patologías tales como: grietas lineales 23.24%, parche

grande 22.25%, losa dividida 15.80%, grietas de esquina 12.71% y un 7.02% de la totalidad de muestras no presentan daños.

Pinedo J. (2017), realizó la investigación “Evaluación superficial de la avenida Cultural en el distrito de Wanchaq – Cusco a través del método PCI”. En la que tuvo como objetivo, determinar el índice de condición del pavimento (PCI) de la Av. La Cultura de la ciudad del Cusco, y verificar si esta se encuentra en óptimas condiciones, para la prestación de servicio de los usuarios en su vida útil proyectada, finalmente se determinó que el estado de conservación del pavimento de la Av. La Cultura es “bueno” en un 40% de las muestras analizadas, el 20% posee un estado de conservación “muy bueno”, por lo que se concluye que el 60% del tramo en estudio, presenta las condiciones de serviciabilidad óptima para los usuarios.

2.1.3 Antecedentes locales

Vásquez A. (2018), realizó la “Evaluación del estado de conservación de las calles del sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los métodos de Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Vizir”. En la cual tuvo el objetivo de, evaluar la condición del pavimento de las calles del sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca, utilizando la metodología del PCI. En la que una de sus conclusiones fue, que el estado de conservación del pavimento del sector Santa Rosa posee un valor de PCI de 43.92, por lo que afirma que el pavimento posee un estado de conservación “regular”, además se determinó que las fallas que más afectan al pavimento en estudio son: parcheo grande 42.3%, pulimento de agregados 12.7%, grieta lineal 11.9%, descaramiento de junta 7.0%, losa dividida 6.7% y punzonamiento 6.6%.

Asenjo D. (2016), realizó la “Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI – Jaén 2016”. En la cual el objetivo fue, evaluar y determinar el estado de conservación del pavimento rígido de la Av. Mariscal Castilla, usando el método PCI. Finalmente, el autor llegó a la conclusión de que, el pavimento rígido en estudio posee un PCI para el tramo 01 cuyo valor es 42.44 “regular” y para el tramo 02 un PCI de 64.95, y se clasificó como un pavimento en estado “bueno”.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Pavimento

Estructura conformada por varias capas construida sobre la subrasante del camino, cuya característica principal es resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos, de esta forma, mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios. Generalmente las capas que lo conforman son: base, subbase y capa de rodadura (Pinedo, 2017).

Montejo (2002) considera que, un pavimento cumple con su función si posee los siguientes requisitos:

- Resistencia a las cargas del tránsito.
- Resistencia a la exposición al intemperismo.
- La textura de la superficie debe ser acorde a la velocidad de diseño, ya que esta tiene influencia directa en la seguridad vial, además debe ser resistente a la abrasión producida por los neumáticos de los vehículos.
- Adecuadas condiciones de drenaje.
- Regularidad en la superficie, longitudinal y transversal, la cual permita la circulación adecuada de los vehículos.
- Debe ser resistente.
- Presentar un color adecuado para evitar reflejos y ofrecer una adecuada seguridad al tránsito.

2.2.2 Clasificación de los pavimentos

Montejo (2002) clasifica a los pavimentos en:

a) Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles generalmente están conformados por una carpeta bituminosa, apoyada sobre otras capas no rígidas, la base y la subbase; puede prescindir de cualquiera de estas, generalmente esto depende de las necesidades particulares de cada obra (Montejo, 2006).

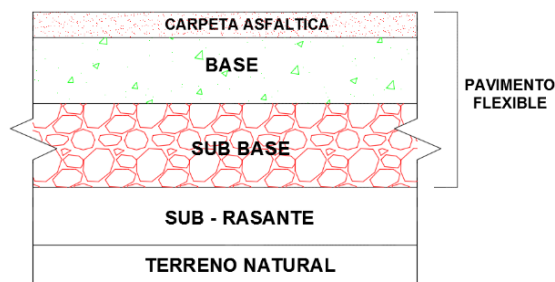


Figura 1. Estructura del pavimento flexible

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras. Montejo, 2006.

b) Pavimento semi - rígido

Guardan básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo, que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos, tiene la finalidad básica de corregir o modificar, las propiedades mecánicas de los materiales locales, que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentra a distancias tales que, encarecería notablemente los costos de construcción (Montejo, 2006).

c) Pavimento rígido

Está constituido principalmente por una losa de concreto hidráulico, dicha losa se apoya sobre la subrasante o sobre una capa de material debidamente seleccionada y compactada, denominada subbase. En los pavimentos rígidos, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia, debido a su alta rigidez, además como el concreto posee la capacidad de resistir ciertos grados de esfuerzos a la tensión, éstos tienen un comportamiento óptimo, aun cuando existan zonas débiles en la subrasante (Montejo, 2006).

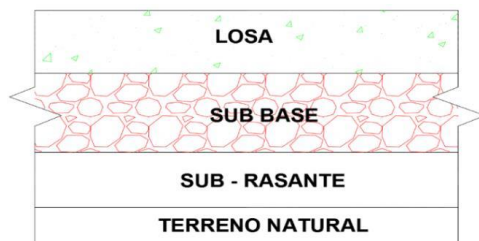


Figura 2. Estructura del pavimento rígido

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras. Montejo, 2006.

d) Pavimento articulado

Compuesto por una capa de rodadura, conformada por adoquines de concreto prefabricado, de espesor uniforme, emplazada sobre la subrasante o también puede ir

sobre una capa granular debidamente compactada, esto dependerá de la capacidad portante de la sub rasante (Montejo, 2006).



Figura 3. Estructura del pavimento articulado

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras. Montejo, 2006.

2.2.3 Composición estructural de un pavimento rígido

El presente trabajo de investigación, está orientado a evaluar las condiciones de estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth, siendo una carretera urbana, de la ciudad de Cajamarca, por lo que a continuación pasaremos a describir la composición estructural de un pavimento rígido, el cual está constituido por:

a) Subrasante

Es la capa que soporta la estructura del pavimento, esta capa se encuentra conformada en corte o en relleno, debidamente compactada; debe tener pendientes, secciones transversales, acorde al diseño especificado en los planos. Esta capa influye directamente en el espesor del pavimento y dependerá en gran parte al tipo de suelo existente, el cual debe cumplir características como, resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción debido a la presencia de humedad (Calla, 2015).

b) Subbase

Estructura que se encuentra entre la subrasante y la losa del pavimento rígido, conformada por una capa de material granular debidamente compactado (Calla, 2015).

c) Losa de concreto

Es la capa superior de toda la estructura del pavimento, conformada por concreto simple o concreto reforzado, dependiendo del requerimiento del diseño. El concreto soporta las cargas del tránsito y lo distribuye de manera uniforme, hacia las capas inferiores de la estructura del pavimento, debido a su rigidez y módulo de elasticidad (Calla, 2015).

2.2.4 Funciones de las capas del pavimento rígido

Montejo (2002) afirma que, las funciones de las capas del pavimento son:

a) La subbase

- Impedir el fenómeno de bombeo en juntas y grietas en el pavimento.
- Es una capa de transición y provee un apoyo uniforme y permanente al pavimento.
- Mejorar las condiciones de drenaje del pavimento.
- Protege a la subrasante de las infiltraciones y evita los cambios volumétricos.
- Mejorar en gran porcentaje la capacidad portante de la subrasante.

b) Losa de concreto

- **Resistencia a la abrasión:** La losa debe cumplir la condición de ser resistente a los efectos abrasivos del tránsito.
- **Impermeabilidad:** Debe evitar la infiltración de agua al interior del pavimento.
- **Resistencia estructural:** Capacidad estructural del pavimento, de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos provenientes del tránsito.

2.2.5 Ventajas y desventajas del uso de pavimentos rígidos

Según Casani y Ferro (2017), los pavimentos rígidos poseen ventajas y desventajas las que se describen a continuación:

Ventajas:

- Gracias a su alto módulo de elasticidad y rigidez, absorben y distribuyen de manera uniforme las cargas vehiculares, evitando tensiones elevadas en la subrasante.
- El periodo de diseño es mayor en comparación al pavimento flexible, y pueden ser diseñados para 30 años, además requieren menos trabajos de rehabilitación.
- La superficie del pavimento rígido es más clara, de esta manera refleja mejor la luz, permitiendo una iluminación más eficiente y segura.
- Los efectos de la temperatura son mínimos en losas de menos de 5 m de longitud.

Desventajas:

- Son sensibles a cargas no contempladas en el estudio de tráfico, y es un gran problema para solucionar, el cual consistiría en rediseñar el espesor del pavimento, el cual conlleva un costo adicional.
- En vías destinadas a tránsitos altos, se genera el fenómeno del bombeo en casos en el que el pavimento es construido sobre suelo erosionable.

2.2.6 Tipos de evaluación de pavimentos

a) Vizir

Sistema por medio del cual, podemos determinar el estado de conservación superficial de un pavimento, representando una condición integral, la que permite determinar medidas de rehabilitación y mantenimiento. Se desarrolló en el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France cuyas siglas en inglés LCPC, este sistema establece una distinción clara de dos tipos de falla, falla tipo “A” fallas estructurales y fallas tipo “B” fallas funcionales, dicho método ha sido adoptado en países en desarrollo (INVIAS, 1997).

b) FHWA / OH99 / 004

Este índice contempla claridad conceptual y su aplicación es relativamente sencilla, se enfoca en dar énfasis a ciertos deterioros que son muy marcados, el cual no se aplica en climas tropicales (INVIAS, 1997).

c) ASTM D 6433 – 99

Este índice sirve para determinar el estado de conservación que presenta un pavimento de concreto hidráulico, conocido como pavement condition index “PCI”. Este método se aplicó en la presente investigación, ya que ha sido adoptado en diferentes países a nivel mundial, por entidades encargadas de la cuantificación de deterioros superficiales de pavimentos (INVIAS, 1997).

2.2.7 Evaluación del pavimento existente

2.2.7.1 Evaluación funcional

Consiste en la inspección superficial, con el fin de identificar los deterioros que afectan al pavimento, dichos deterioros no deben afectar la capacidad estructural del pavimento. Se contemplan múltiples indicadores para determinar el estado de conservación del pavimento, cada indicador establece una serie de parámetros del pavimento, generalmente cada país determina estos límites (Morales, 2005).

Los principales indicadores del estado superficial del pavimento son:

- Índice de serviciabilidad presente (PSI).
- Índice de regularidad internacional (IRI).
- Índice de estado (IE).

2.2.7.2 Evaluación estructural

Está referido a la apreciación de un pavimento, el cual ha perdido su capacidad de resistir las cargas, y para su mantenimiento ya no es factible aplicar cualquier programa de mantenimiento. El objetivo principal de la evaluación estructural, es determinar su capacidad efectiva, de este depende el diseño correcto del refuerzo (Morales, 2005).

Según Morales (2005), existen tres maneras de determinar la capacidad estructural del pavimento:

- Capacidad estructural según la inspección visual y ensayo de materiales.
- Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos.
- Capacidad estructural basada en la vida remanente.

2.2.8 Método índice de condición del pavimento PCI

2.2.8.1 Definición

El deterioro estructural de un pavimento, está en función del daño, severidad y densidad del mismo. La problemática para determinar un índice el cual abarque estos tres factores, ha sido un problema para identificar por los diversos posibles estados del pavimento, por lo que se introdujeron los “valores deducidos”, para la ponderación, con el objetivo de determinar el grado de afectación que presenta un pavimento, evaluando los tres factores. El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100) para un pavimento cuyo estado de conservación es excelente (Vásquez, 2002).

Tabla 2. Rangos para clasificar un pavimento según 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: Vásquez 2002.

2.2.8.2 Significado y uso

El PCI es un valor numérico, el cual califica el estado de conservación superficial que presenta un pavimento, teniendo en cuenta las fallas observadas a nivel superficial, contemplando también su integridad a nivel estructural y condiciones operacionales. El PCI proporciona resultados objetivos, con los cuales podemos determinar métodos de mantenimiento y rehabilitación de la muestra de pavimento (ASTM 5394, 2005).

2.2.8.3 Fallas en pavimentos rígidos según PCI

21. BLOWUP – BUCKLING (Shahin, 2005)

Descripción: Esta falla ocurre en climas cálidos, generalmente en juntas o pequeñas grietas que no permiten que la losa se expanda. Si la dilatación no disipa suficientemente los esfuerzos, se producirá un movimiento vertical de los bordes de la losa (buckling) o fragmentación de la junta. Esto también sucede en las excavaciones realizadas para instalar los buzones (Shahin, 2005).

Niveles de severidad: “L” baja severidad, “M” severidad media y “H” alta severidad.

Medida: En una grieta, esta falla se cuenta como una losa, sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en las dos losas.

Opciones de reparación: “L” parcheo profundo parcial, “M” reemplazo de losa y “H” reemplazo de losa.

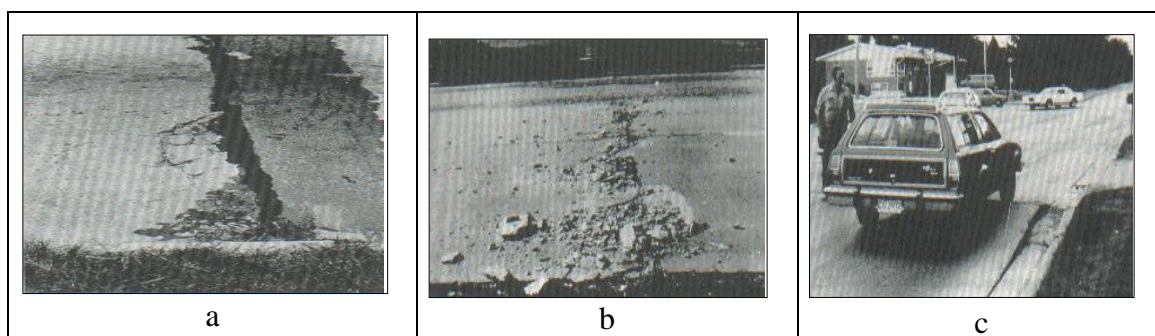


Figura 4. Blowup / buckling de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahin 2005:407.

22. GRIETA DE ESQUINA (Shahin, 2005)

Descripción: Es la intersección entre juntas, por una grieta, a una distancia menor o igual que su longitud. En el caso de una losa de 3.50x6.00 m una grieta que intercepta un lado a 1.20m y el otro a 2.80 m, estaríamos frente a una grieta de esquina, generalmente se producen por la repetición en la aplicación de cargas y el pavimento pierde soporte con lo que los esfuerzos de alabeo producen la falla grieta de esquina (Shahin, 2005).

Niveles de severidad:

L: La grieta en esta área, posee severidad baja, y se presenta entre la junta y la grieta.

M: La grieta en el área, posee severidad media, y se presenta entre la junta y la grieta.

H: El área afectada entre las juntas y las grietas, presenta grietas muy dañadas.

Medida: La losa dañada se registra como una losa si:

1. Solo presenta una grieta de esquina.
2. Presenta más de una grieta de una determinada severidad.
3. Posee dos o incluso más grietas de diferentes severidades.

Si una losa presenta dos o más grietas de severidad ya sea baja, media o alta, finalmente se considerará como grieta de esquina, con la mayor severidad contemplada.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, sellado de grietas de más de 3 mm, “M” sellado de grietas, parcheo profundo y “H” parcheo profundo.

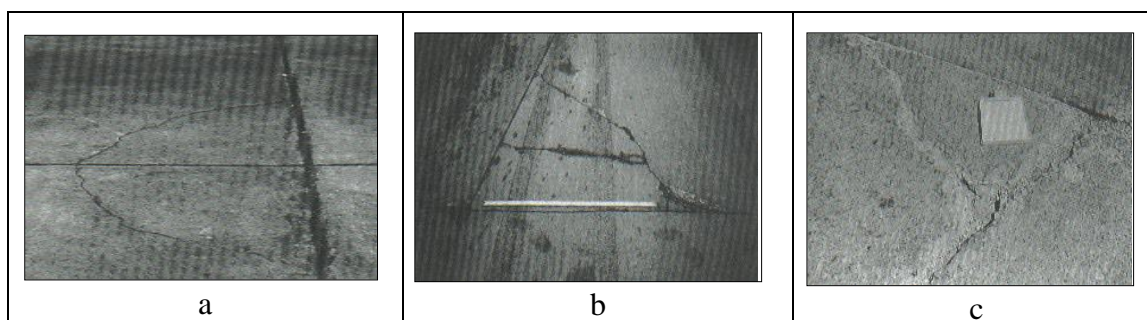


Figura 5. Grieta de esquina de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:409.

23. LOSA DIVIDIDA (Shahim, 2005)

Descripción: Se considera losa dividida en el caso que una losa está dividida en cuatro o más porciones por grietas debido a sobrecargas.

Niveles de severidad:

Tabla 3. Niveles de severidad para la falla losa dividida.

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

Fuente: Tomado de Shahim 2005: 410.

Medida: Si presenta nivel de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño.

Opciones de reparación: “L” sellado de grietas de ancho mayor de 3 mm, “M” y “H” reemplazo de losa.

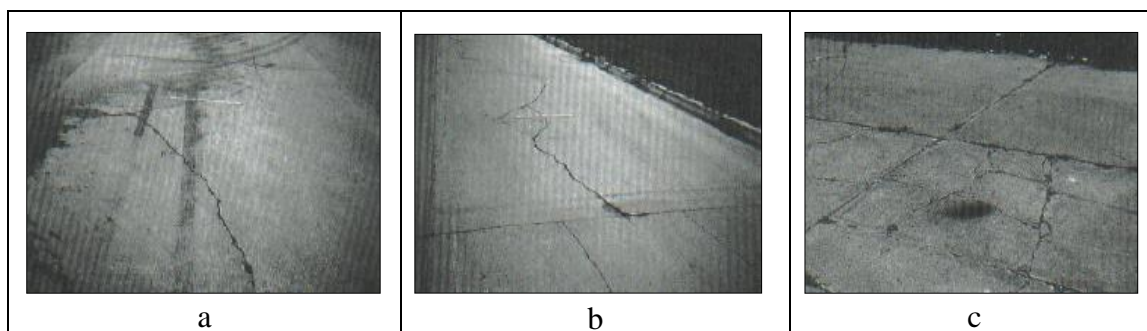


Figura 6. Losa dividida de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:411.

24. GRIETA DE DURABILIDAD “D” (Shahim, 2005)

Descripción: En general, la razón principal es la gran expansión del agregado, que con el tiempo provoca grietas en la losa debido a cambios de temperatura. Este daño se presenta de manera paralela y cerca de la junta o grieta lineal, debido a que en estas áreas el concreto se satura, este daño conlleva a la destrucción total de la losa. (Shahim, 2005).

Niveles de severidad:

L: Las grietas con nivel de severidad bajo cubren menos del 15% del área de la losa.

M: Presenta cualquiera de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y en gran porcentaje los pedazos se han desprendido o pueden ser removidos con facilidad.
2. Las grietas “D” cubren más del 15% del área de la losa, en gran porcentaje las grietas están cerradas, y algunos pedazos se han desprendido o tienden a removerse con facilidad.

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la mayor cantidad de pedazos se han desprendido o tienden a removerse con facilidad.

Medida: Cuando posee diferentes niveles de severidad, se considera el mayor.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” parcheo profundo, reconstrucción de juntas y “H” parcheo profundo, reconstrucción de juntas o reemplazo de la losa.

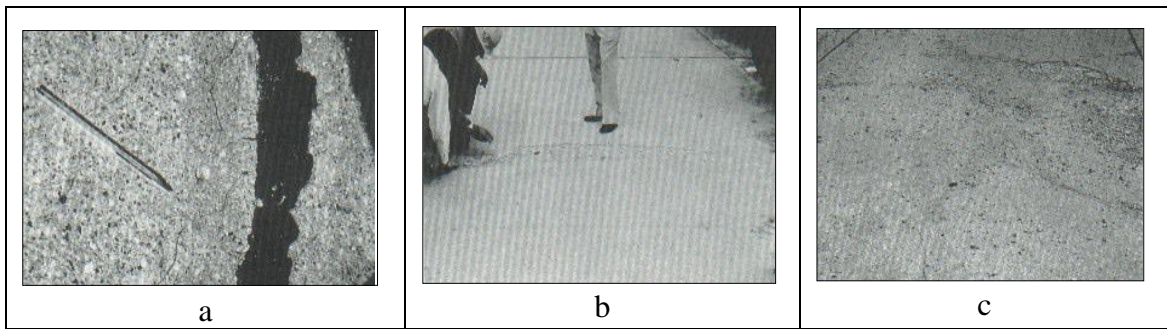


Figura 7. Grieta de durabilidad de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:413.

25. ESCALA (Shahim, 2005)

Descripción: Es la diferencia de niveles en todas las juntas, y es causada por:

1. Asentamiento debido a una deficiencia en la construcción del pavimento.
2. Bombeo o erosión de la subbase o subrasante según sea el caso.
3. Fenómeno de alabeo debido a la humedad y cambios bruscos de temperatura.

Niveles de severidad: Se considera la diferencia de altura entre losas contiguas, se indica en la tabla siguiente:

Tabla 4. 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: Tomado de Shahim 2005: 414.

Medida: La escala de una junta se considera como una losa. La diferencia de alturas, a lo largo de una grieta no se considera como escala, pero afecta la definición de la severidad del daño.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” y “H” fresado.

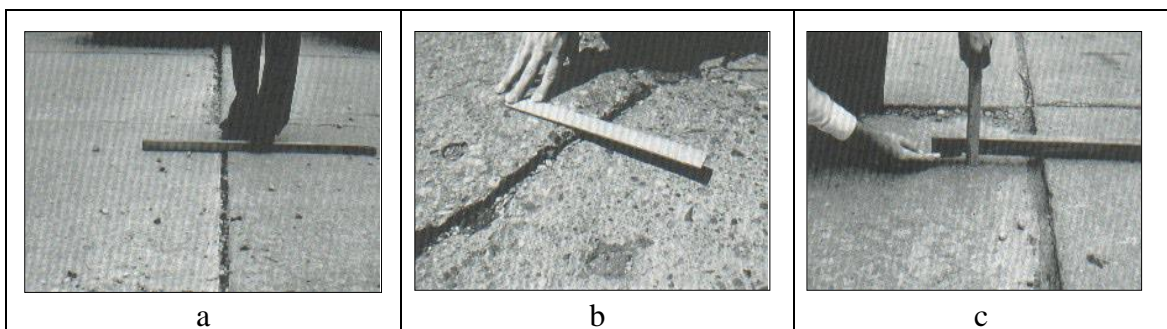


Figura 8. Escala de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:415.

26. DAÑOS DEL SELLO DE JUNTA (Shahim, 2005)

Descripción: Condición en la que existe acumulación de material en las juntas, y este permite la infiltración de agua a las capas inferiores, la acumulación de este material, no permite la dilatación de la losa, por lo que finalmente produce la fragmentación, y se presenta como:

1. Desgajamiento del sellante de junta.
2. Extrusión del sellante.
3. Crecimiento de vegetación.
4. Endurecimiento del material de aporte en las juntas (oxidación).

Niveles de severidad:

L: El material sellador está en buenas condiciones en toda la sección.

M: Buen estado general, debe ser reemplazado dentro de dos años.

H: Si este daño es severo, el material sellador debe ser reemplazado inmediatamente.

Medida: Se evalúa en función del estado general del sellador en todas las juntas.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” y “H” resellado de juntas.

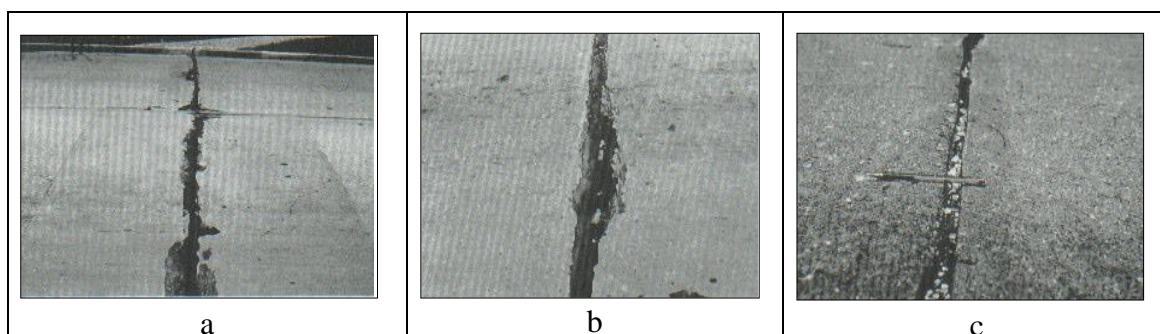


Figura 9. Sello de junta de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:417.

27. DESNIVEL CARRIL / BERMA (Shahim, 2005)

Descripción: Se produce por el asentamiento o erosión de la berma, por lo que se genera una diferencia de niveles, producidos por la infiltración de agua.

Nivel de severidad:

L: La diferencia de nivel entre el pavimento y la berma es de 25.0 mm a 51.0 mm.

M: La diferencia de niveles es de 51.0 mm a 102.0 mm.

H: La diferencia de nivel entre el pavimento y la berma es mayor que 102.0 mm.

Medida: Se calcula promediando, los desniveles máximo y mínimo en el perímetro de la losa, cada losa que exhiba el daño se mide individualmente, luego se registra como una losa con el nivel de severidad que presenta.

Opciones de reparación:

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

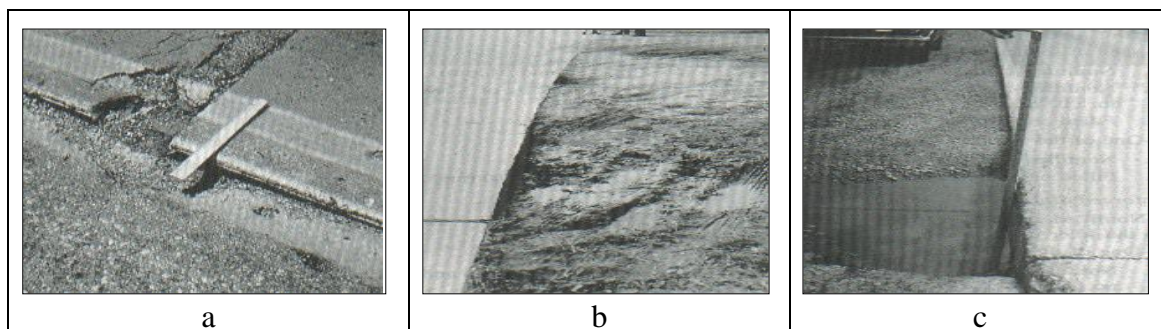


Figura 10. Desnivel carril / berma de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:419.

28. GRIETAS LINEALES (Grietas longitudinales, transversales y diagonales).
(Shahim, 2005)

Descripción: Se considera falla de grieta lineal, cuando la losa está dividida en dos o tres porciones por grietas, causadas generalmente por las cargas de tránsito, además se produce alabeo en los bordes debido a la humedad, también se considera losa dividida a losas que presentan 4 o más porciones. Las grietas a nivel superficial de poca longitud se consideran como grieta de retracción (Shahin, 2005).

Nivel de severidad:

Losas sin refuerzo:

L: Grietas sin sellar (sellado inadecuado) de menos de 12.0 mm de ancho, o grietas selladas de diferente ancho, pero sellante en óptimas condiciones. No presenta escala.

M: Existe los casos siguientes:

1. Grieta con ancho es mayor que 12.0 mm y menor a 51.0 mm, no está sellada.
2. Grieta con ancho hasta de 51.0 mm y escala menor a 10.0 mm, no está sellada.
3. Grieta de cualquier ancho, con escala < 10.0 mm, está sellada.

H: Existe los siguientes casos:

1. Grieta con ancho > a 51.0 mm, no está sellada.
2. Grieta de cualquier ancho, con escala > a 10.0 mm, sellada o sin sellar.

Losas con refuerzo:

L: Grietas no selladas, con $3.00 \text{ mm} < \text{ancho} < 25.0 \text{ mm}$, o grietas selladas en buen estado de cualquier ancho, además no presenta escala.

M: Existe los siguientes casos:

1. Grieta con el rango de $25.0 \text{ mm} < \text{ancho} < 76.0 \text{ mm}$, sin sellar y no presenta escala.
2. Grieta con ancho $< 76.0 \text{ mm}$, sin sellar y la escala $< 10.0 \text{ mm}$.
3. Grieta de cualquier ancho, con escala menor a 10.0 mm y sellada.

H: Existe los siguientes casos:

1. Grieta con ancho $> 76.0 \text{ mm}$, no se encuentra sellada.
2. Grieta cualquier ancho, con escala $> a 10.0 \text{ mm}$, sellada o sin sellar.

Medida: Si se establece una severidad, se registra como una losa, pero en el caso que existan dos grietas de severidad media, esta se considera como una losa con severidad alta. Si la longitud de la losa es superior a 9.10 m , dividimos dos losas de igual dimensión, y se considera que las juntas que las dividen, están en perfecto estado.

Opciones de reparación:

L: solo se realiza un sellado en losas que poseen grietas mayores a 3.0 mm de ancho.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas, parcheo profundo y reemplazo de losa.

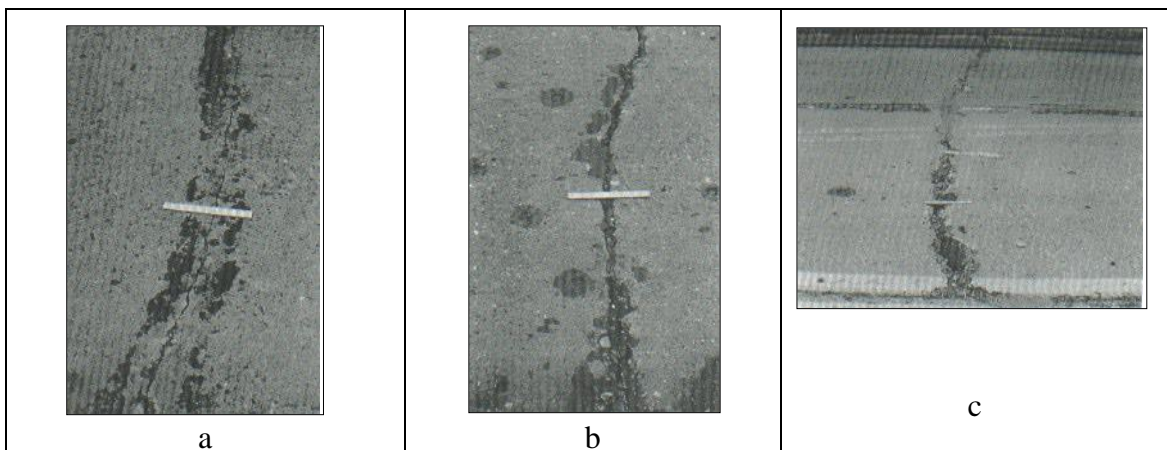


Figura 11. Grietas lineales de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:421.

29. PARCHE GRANDE (MAYOR DE 0.45 M²) Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS (Shahim, 2005)

Descripción: Se considera parche, donde una porción de pavimento original ha sido removida, para la instalación o para realizar instalaciones subterráneas de servicios públicos y reemplazado por material nuevo (Shahim, 2005).

Niveles de severidad:

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

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

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

Medida: Si la losa posee diferentes niveles de severidad, se considera el mayor nivel de severidad.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” sellado de grietas, reemplazo de parche y “H” reemplazo del parche.

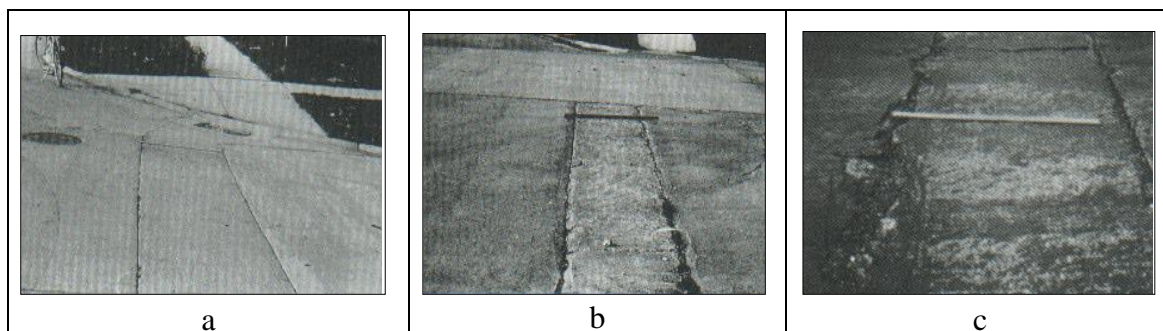


Figura 12. Parche grande de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:423.

30. PARCHE PEQUEÑO (MENOR DE 0.45 M²) (Shahim, 2005)

Descripción: Es el área del pavimento original removido y reemplazado por un material nuevo, que cumple con las condiciones iniciales de servicio.

Nivel de severidad:

L: El parche está funcionando correctamente, presenta poco o ningún daño.

M: El parche original está levemente deteriorado.

H: El parche está notoriamente deteriorado, por lo tanto, exige un reemplazo definitivo.

Medida: En el caso donde una losa presenta más de un parche con igual nivel de severidad, se considera como una losa que posee ese daño, caso contrario, si posee diferentes niveles de severidad, se considera el mayor nivel de severidad (Shahim, 2005).

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” algunos casos se reemplaza el parche y “H” reemplazo del parche.

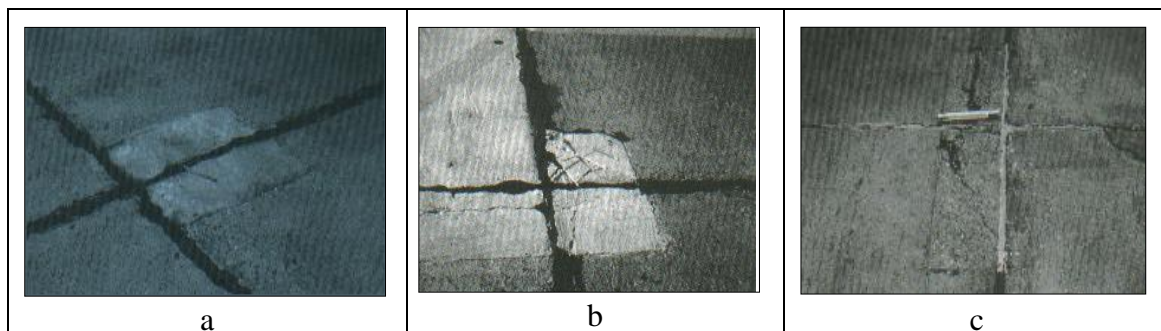


Figura 13. Parche pequeño de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:425.

31. PULIMENTO DE AGREGADOS (Shahim, 2005)

Descripción: La principal causa de esta falla, es por la repetición de cargas vehiculares, cuando los agregados grandes de las superficies pierden rugosidad, se reduce considerablemente la adherencia a los neumáticos. Este tipo de daño está determinado por los resultados de una prueba de resistencia al deslizamiento (Shahim, 2005).

Niveles de severidad: No se definen.

Medida: Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa.

Opciones de reparación: L, M y H: ranurado de la superficie.



Figura 14. Pulimento de agregados.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:426.

32. POPOUTS. (Shahim, 2005)

Descripción: Es una pequeña porción de pavimento, que se desprende de la superficie del mismo, por la presencia de partículas blandas o fragmentos de madera removidos por

el tránsito, el tamaño varía en diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm (Shahim, 2005).

Niveles de severidad: No está definido niveles de severidad, pero para que se considere esta falla el popout debe abarcar como mínimo 3 m² de la losa.

Medida: Se debe considerar la densidad del daño, debe presentar un promedio mayor a tres popouts por metro cuadrado,



Figura 15. Popouts.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:427.

33. BOMBEO (Shahim, 2005)

Descripción: Es la expulsión de material del suelo de fundación de una losa, a través de las grietas o juntas, originada por el alabeo de la losa, debido a las cargas vehiculares. La aplicación de las cargas en la losa y en las juntas, ocasiona el flujo de humedad y con ello la erosión, la cual remueve las partículas de fundación, ocasionando la pérdida del soporte del pavimento. El bombeo se manifiesta en las juntas, con la presencia de sellante pobre y en la losa por manchas, evidenciando material de las capas inferiores (Shahin, 2005).

Niveles de severidad: No se definen.

Medida: El bombeo de una junta entre dos losas adyacentes, se contabiliza como dos losas, sin embargo, si las juntas restantes de la losa presentan bombeo, se considera una losa por junta adicional con presencia de bombeo.

Opciones de reparación: L, M y H: limpieza y sellado de juntas y grietas.



Figura 16. Bombeo.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:429.

34. PUNZONAMIENTO (Shahim, 2005)

Descripción: Considera un área situada de la losa, la cual está rota en pedazos en diferentes formas, está definido por una junta y una grieta o grietas continuas y próximas, comúnmente con 1.52 m entre sí. Este daño se genera por la frecuencia de cargas pesadas, espesor no adecuado de la losa, por la baja capacidad de soporte de la capa de fundación o por la incorrecta colocación del concreto (Shahin, 2005).

Nivel de severidad: Están en función de los valores indicados en la tabla 5.

Tabla 5. Niveles de severidad para punzonamiento.

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

Fuente: Tomado de Shahim 2005: 430.

Medida: Si la losa presenta uno o más punzonamientos, se contabiliza solo el mayor nivel de severidad que se posee.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, sellado de grietas, “M” y “H” parcheo profundo.

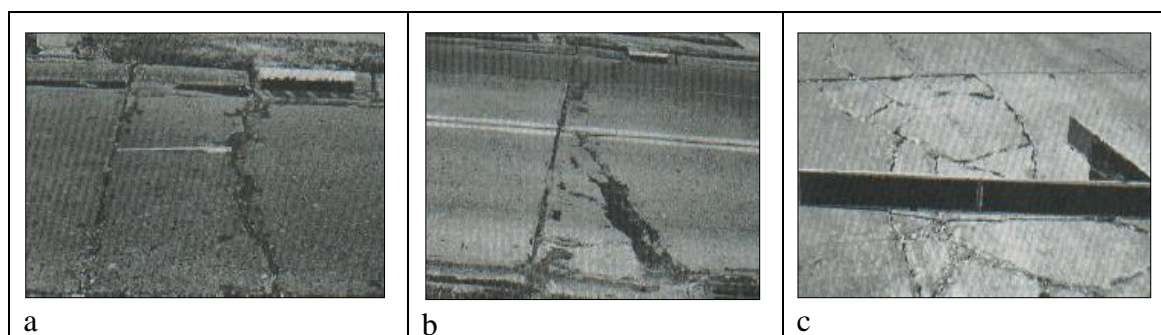


Figura 17. Punzonamiento de severidad baja (a), media (b) y alta (c).

Fuente: Tomado de Shahim 2005:431.

35. CRUCE DE VÍA FÉRREA (Shahim, 2005)

Descripción: Este daño se caracteriza principalmente por presencia de depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

Niveles de severidad:

L: El cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce ferroviario genera calidad de tránsito de severidad moderado.

H: El cruce ferroviario produce calidad de tránsito de alta severidad.

Medida: Se contabiliza el total de losas que son atravesadas por la vía férrea.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” y “H” parcheo parcial de la aproximación, en casos extremos la reconstrucción total del cruce.

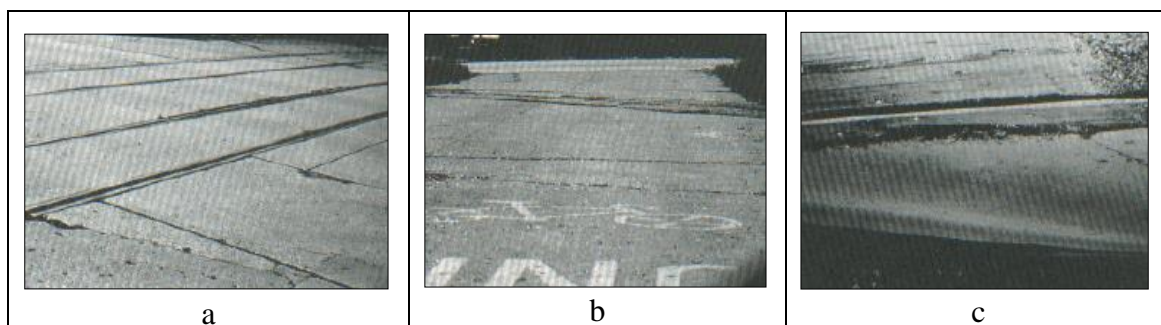


Figura 18. Cruce de vía férrea de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:433.

36. DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO (Shahim, 2005)

Descripción: Se refiere a la presencia de una red de grietas en la superficie del pavimento, las cuales son considerablemente finas, estas grietas, generalmente se interceptan en ángulos de 120 grados, usualmente, este daño se produce por el excesivo acabado del pavimento o por el uso de agregados, que no cumplen los estándares mínimos de calidad, produciendo el descamado y tienen profundidades entre 6.00 mm y 13 mm (Shahin, 2005).

Niveles de severidad:

L: Se produce esta falla en la mayor parte de la porción de la losa; la superficie está en buenas condiciones.

M: La losa presenta este daño en un área menor del 15% del área de la losa afectada.

H: La losa muestra esta falla en un porcentaje sobre el 15% de su área.

Medida: una losa que presenta esta falla se considera como una, y el craquelado en nivel de severidad baja se considera únicamente si el craquelado es considerable, o si pocas piezas se han desprendido.

Opciones de reparación: “L” y “M” no se hace nada, “H” parcheo profundo o si se requiere se reemplaza la losa.

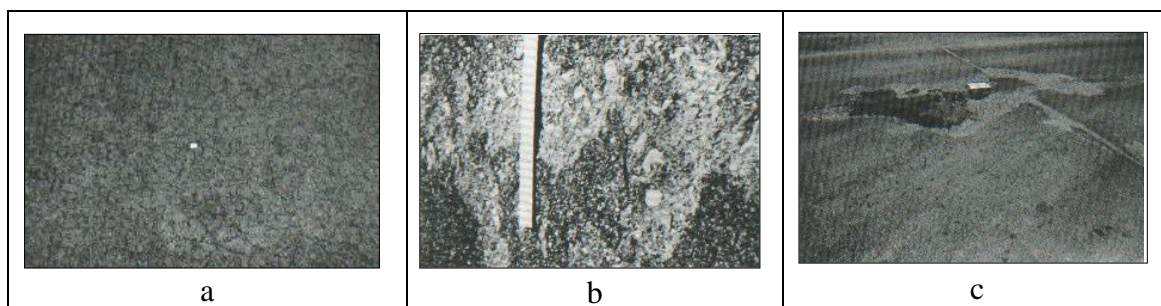


Figura 19. Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:435.

37. GRIETAS DE RETRACCIÓN (Shahim, 2005)

Descripción: Grietas capilares usualmente de pocos pies de longitud, las cuales no se extienden a lo largo de toda la losa, se forman durante el fraguado y curado del concreto.

Niveles de severidad: No se consideran niveles de severidad.

Medida: Si una o más grietas de retracción existen en una losa, se define como una losa con grietas de retracción.

Opciones de reparación: “L”, “M” y “H” No se hace nada.



Figura 20. Grietas de contracción.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:437.

38. DESCARAMIENTO DE ESQUINA (Shahim, 2005)

Descripción: Definida por la rotura de la losa a una distancia de 0.6 m de la esquina, difiere de la grieta de esquina, en que el buzamiento del descaramiento es hacia abajo para interceptar la junta, en cambio la grieta de esquina se extiende de manera vertical. En el caso que el descaramiento sea menor a 127 mm medidos desde la grieta hacia ambos lados hasta la esquina, esta de no debería registrarse (Shahin, 2005).

Niveles de severidad: Si esta falla se presenta en un área menor que 6452 mm² en este caso la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.

Tabla 6. Niveles de severidad para descaramientos de esquina.

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

Fuente: Tomado de Shahim 2005: 438.

Medida: Si en una losa hay una o más grietas con descaramiento con el mínimo nivel de severidad, se registra como el nivel de severidad que posee, si presenta más de un nivel de severidad, se considera losa con el mayor nivel de severidad.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” y “H” parcheo parcial.

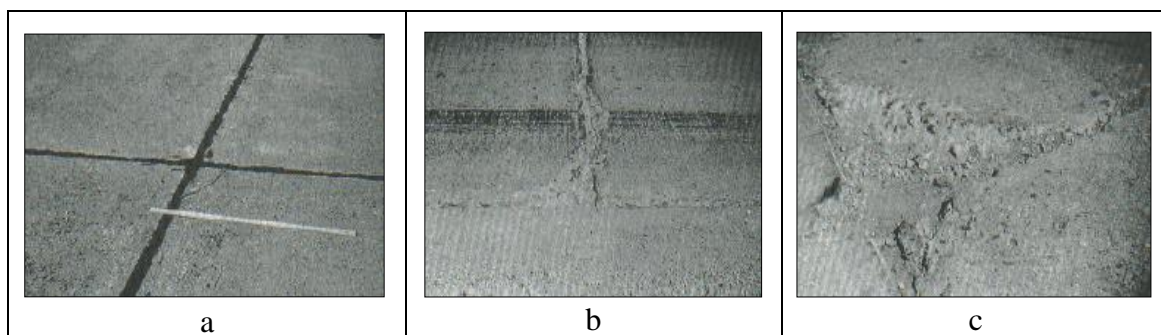


Figura 21. Descaramiento de esquina de baja (a), media (b) y alta (c) severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:439.

39. DESCARAMIENTO DE JUNTA (Shahim, 2005)

Descripción: Representada por la rotura de los bordes de la losa a una distancia de 0.60 m de la junta, generalmente no se extiende de forma vertical a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo (Shahin, 2005).

esta falla es originada por:

1. Presencia de esfuerzos elevados en la junta, causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de humedad, hacia las capas inferiores de la estructura.
2. Presencia de concreto débil en la junta, por exceso de manipulación.

Niveles de severidad: se ilustran los niveles de severidad para descaramiento de junta en la siguiente tabla.

Tabla 7. Niveles de severidad de descaramiento de junta.

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

Fuente: Tomado de Shahim 2005: 440.

Medida: Para que una losa se considere la falla descaramiento de esquina, debe presentarse a lo largo del borde de la losa, si la losa presenta esta falla en uno o más bordes, se considera el borde que posea la mayor severidad, si se presenta en juntas de losas adyacentes se contabiliza la falla en cada una de las losas.

Opciones de reparación: “L” no se hace nada, “M” parcheo parcial y “H” parcheo parcial o reconstrucción de la junta.

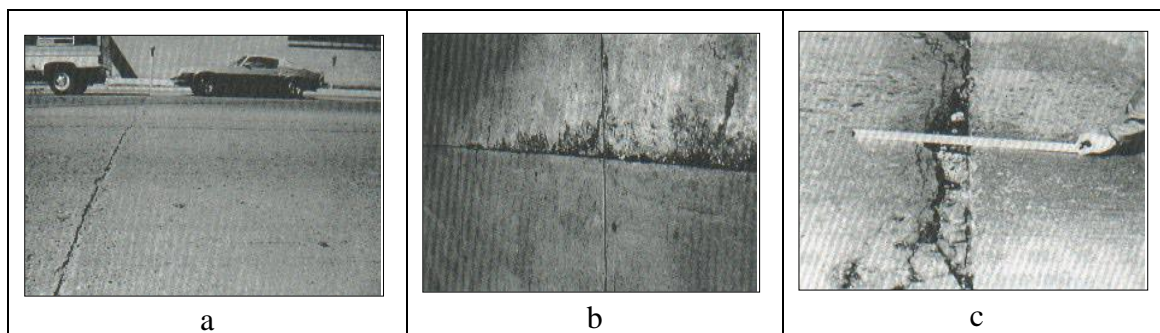


Figura 22. Descaramiento de junta de alta severidad.

Fuente: Tomado de Shahim 2005:441.

A continuación, se ilustra una tabla con el resumen de las 19 fallas descritas anteriormente, la cual presenta sus respectivos rangos de medición y niveles de severidad.

Tabla 8. Resumen de daños en vías con superficie de cemento portland.

Descripción de los tipos de falla	Código de la falla	Rangos de medición / niveles de severidad		
		Leve (L)	Mediana (M)	Alta (H)
Blowup / buckling	21	sin medición (S/M)	S/M	S/M
Grieta de esquina	22	S/M	S/M	S/M
Losa dividida	23	4 - 5 pedazos	6 - 8 pedazos	> a 8 pedazos
Grieta de durabilidad "D"	24	<15% área de la losa	> a 15% área de la losa / no se desprende	> 15% área de la losa / se desprende
Escala	25	3 - 10 mm	10 - 19 mm	> 19 mm
Daño de sello de junta	26	S/M	S/M	S/M
Desnivel carril /berma	27	25 - 51 mm	51 - 102 mm	> 102 mm
Grietas lineales (G. longitudinales, lineales y diagonales)	28	< 12 mm	12 - 51 mm	> 51 mm
Parqueo grande (mayor a 0.45 m2)	29	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Parqueo pequeño (menor a 0.45 m2)	30	el parche funciona bien	parche deteriorado	parche dañado
Pulimento de agregados	31	S/M	S/M	S/M
Popouts	32	< 25 mm	25 - 102 mm	> 102 mm
Bombeo	33	S/M	S/M	S/M
Punzonamiento	34	2 - 3 pedazos	4 - 5 pedazos	> a 5 pedazos
Cruce de vía férrea	35	S/M	S/M	S/M
Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado	36	solo se visualiza	< 15% área de la losa	> 15% área de la losa
Grietas de retracción	37	S/M	S/M	S/M
Descaramiento de esquina	38	profundidad < 25 mm	profundidad (25 - 51) mm	profundidad > 51 mm
Descaramiento de junta	39	< (ancho 102 mm/largo 600 mm)	entre ancho 102 mm/largo 600 mm)	> (ancho 102 mm/largo 600 mm)

Fuente: Tomado de Shahim 2005.

2.2.8.4 Procedimiento de evaluación de la condición de un pavimento mediante la metodología PCI

a. División del pavimento en unidades de muestra

Para carreteras con capa de rodadura de concreto de cemento portland y losas con longitud inferior a 7.60 m, el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de 20 ± 8 losas. Se recomienda tomar un valor medio de los rangos, y en ningún caso definir unidades por

fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado, se sugiere la elaboración de esquemas que muestren tamaño y localización de las unidades, ya que servirá para referencia futura (Vásquez, 2002).

b. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación

Para determinar el estado de conservación de una muestra de pavimento rígido, se tiene en cuenta el tamaño de la muestra, debido a que en casos especiales dicha muestra puede ser muy grande, y con el objetivo de optimizar el método, nos encontramos frente a la evaluación de un proyecto, en la que se evalúan todas las muestras. De no ser posible para nuestra investigación, procedemos a calcular el mínimo número de unidades de muestreo a evaluar, ésta se determina mediante la ecuación 01, la que genera un error del $PCI \pm 5$ (Vásquez, 2002).

c. Determinación del número de unidades a ser inspeccionadas

Vásquez (2002) afirma que, el paso inicial en la determinación del muestreo en la evaluación de un proyecto, comprende la determinación del número mínimo de unidades de muestreo (n) que deberá ser encuestado para obtener el cálculo aproximado del valor del PCI de esta sección.

Este número mínimo se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación N°1. Unidades de muestreo mínimo a evaluar.

$$n = N * S^2 / ((e^2/4)(N - 1)) + S^2$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

N : Representa la totalidad de unidades de análisis.

e : Error admisible estimado del PCI de la sección ($e = \pm 5\%$).

S : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Para una primera inspección asumimos una desviación estándar (s) de 20 para el caso de pavimento rígido. Si la muestra solo posee 5 o menos unidades de muestra, procedemos a evaluar el total de unidades (Vásquez, 2002).

d. Selección de unidades de muestreo para inspección

Según Vásquez (2002), para elegir las unidades de muestra se recomienda que el intervalo sea homogéneo, en todo el tramo en estudio, además la primera debe ser elegida al azar.

Este sistema también se conoce como “sistema aleatorio” y se describe en los siguientes pasos:

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

Ecuación N°2. Unidad de muestreo mínimo a evaluar.

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

Donde:

N: Representa el total de unidades de muestreo a evaluar.

n: Unidades de muestreo mínimo a evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo 3.9 se redondea a 3).

2. La primera unidad de muestra se elige al azar, o de ser el caso se selecciona del intervalo de muestreo (i). Entonces, si $i = 3$, la primera unidad de muestreo a ser analizada está ubicada entre la unidad de muestreo 1 y 3.
3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (s) , $(s+i)$, $(s+2i)$, etc.

e. Selección de unidades de muestreo adicionales

Un problema al momento de aplicar el método aleatorio, es la omisión de la evaluación de unidades de muestra, que presentan estado de conservación muy malo, existen casos en los que las unidades de muestreo, se presentan por única vez, ya sea el caso de falla de “cruce de vía férrea”, y estas sean tomadas de forma incorrecta en un muestreo con sistema aleatorio. Para evitar estos casos, esta unidad de muestra se debe tomar como una “unidad de muestra adicional”, cuando se realiza este proceso, el cálculo del valor del PCI es levemente modificado, para evitar la descontextualización de las condiciones iniciales de la totalidad de la selección (Vásquez, 2002).

f. Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

Vásquez (2002) afirma que, una vez concluido el trabajo en campo, se procede a procesar los datos obtenidos en gabinete para el cálculo del PCI, el cual consta de 4 etapas, dichas etapas son:

Etapas 1. Cálculo de los valores deducidos.

- a. Contabilice el número total de losas identificando el tipo y nivel de severidad y regístrelo en el formato elaborado.

b. Se procede a dividir la totalidad de losas, observando la clase de daño que presentan entre el número de losas de la unidad, y este resultado se expresa como porcentaje (%), a este resultado se le denominará la densidad por unidad de muestreo, para cada combinación de tipo y severidad de daño.

c. Determine el **valor deducido** para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominada “**valor deducido del daño**”, correspondiente para cada una de las combinaciones, dichas curvas de valor deducido del daño se adjuntan en el anexo 1.

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

a. En el caso de que solo exista un “valor deducido” mayor que 2, procedemos a utilizar el “valor deducido total” reemplazando al “valor deducido corregido” CDV, el cual se obtiene en la etapa “4”, caso contrario seguiremos los pasos “b” y “c” contemplados en la etapa 2.

b. Ordene los valores deducidos de forma descendente.

c. Calcule el “número máximo admisible de valores deducidos (m), haciendo uso de la ecuación 3.

Ecuación N°3. Número máximo admisible de valores deducidos.

$$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$$

Donde:

m_1 : Representa el valor máximo de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestra i .

HDV_i : Este valor representa el mayor valor deducido para la unidad de muestra particular i .

d. Procedemos a reducir a m la totalidad de valores deducidos el cual fue calculado, incluyendo la parte fraccionaria. En el caso de que exista menos valores deducidos que m sólo utilizaremos dichos valores.

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido CDV.

a. En este paso se determina la cantidad de valores deducidos “ q ” mayores que 2.0.

b. Para obtener el “valor deducido total”, se realiza ordenando los “valores deducidos” superiores a 2, luego se realiza la sumatoria de los mismos.

- c. Determine el CDV trazando una línea vertical desde el eje de “valor deducido total”, interceptando a la cantidad de valores deducidos superiores a 2 “q”, utilizando la curva de corrección, para cada valor deducido total
- d. Procedemos a uniformizar a 2 los “valores deducidos” superiores que 2 y se repite los pasos anteriores, hasta que solo un valor deducido “q” sea mayor que 2.
- e. El CDV está representado por el mayor “valor deducido corregido” calculado.

Etapa 4. Procedemos a realizar el cálculo del PCI de la unidad de muestra, usando el máximo CDV, determinado en la etapa 3, dicho valor se resta de 100 el máximo CDV.

2.2.9 Levantamiento topográfico

Para realizar el levantamiento topográfico de la presente investigación, se utilizó el método de la estación libre.

2.2.9.1 Método del estacionamiento libre.

Este método se basa principalmente en determinar las coordenadas de una estación base, teniendo como mínimo dos puntos con coordenadas conocidas, la estación se elige de manera arbitraria, con la única condición de que nos permita visar nuevas bases, el proceso es el siguiente:

- a. Realizar el estacionamiento de un punto base, elegido de forma arbitraria.
- b. Establecer dos o más puntos con coordenadas conocidas.
- c. Determinar las coordenadas de la estación base, en función a los dos puntos con coordenadas conocidas.
- d. Para realizar el cambio de estación, nos estacionamos en otro punto arbitrario, siempre y cuando desde dicho punto se logre visualizar al menos dos puntos con coordenadas conocidas.

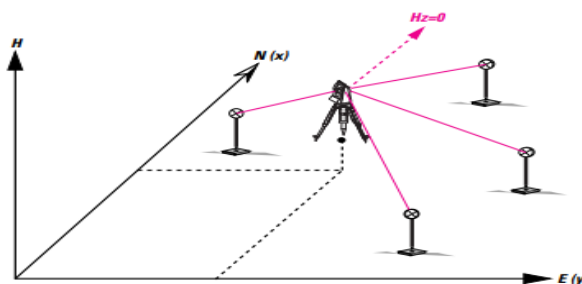


Figura 23. Método de estación libre.

Fuente: <https://personal.us.es/leonbo/teoria/Tema11.pdf>

2.2.9.2 Equipos utilizados para el levantamiento topográfico

- a. Estación total Leica Ts06.
- b. GPS Garmin etrex 30x.
- c. Wincha.

2.2.10 Estudio de tráfico

Para determinar el índice medio diario anual IMDA, como resultado del estudio de tráfico, es necesario realizar el aforo vehicular del tramo en estudio, para luego proseguir con el trabajo en gabinete, y luego analizar los resultados obtenidos, abarca requisitos mínimos para este estudio, lo cual consta de las siguientes actividades:

- ✓ Recolección de información en campo (aforo).
- ✓ Procesamiento de la información obtenida en campo.

2.2.10.1 Recolección de información

Consiste en la recopilación de información de fuente primarias, las cuales son referidas a la determinación del IMD, realizando aforos vehiculares, además hicimos uso de fuentes secundarias tal es el caso de los factores de corrección estacional, dados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.2.10.2 Procesamiento de información obtenida en campo

Corresponde íntegramente al trabajo en gabinete, la información del conteo de tráfico son procesados en formatos Excel, en el cual se registran todos los vehículos por hora y día y por tipo de vehículo durante una semana.

El objetivo de la recolección de información es conocer el volumen de tráfico existente en el tramo en estudio, además de la composición vehicular, variación diaria y horaria.

a. Determinación del IMD anual: para determinar el índice medio diario anual (IMDA) de las estaciones (07 días), se usa la siguiente fórmula:

$$IMDA = \frac{(VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDSAB + VDDOM)}{7} X FCE$$

Donde:

- VDL1, VDL2, VDL3, VDL4, VDL5: volumen de tráfico en día laborable.
- VDSAB, VDDOM: volumen de tráfico en día no laborable.
- FCE: representa el factor de corrección estacional.

b. Factor de corrección estacional: Estos factores dependen de los volúmenes de tráfico, los cuales varían mensualmente, depende de factores como estaciones del año, festividades, vacaciones, etc. Por lo que es necesario, hacer uso de un factor de corrección, para determinar el índice medio diario anual “IMDA”, este factor se determina usando la base de información de las estaciones de peaje, tanto para vehículos ligeros como para vehículos pesados.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

a. Pavimento: Estructura de varias capas, emplazada sobre la subrasante del camino, la cual se encarga de resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos.

b. PCI: Indicador numérico que determina el estado de un pavimento.

c. Fallas superficiales: Deficiencia del estado de conservación del pavimento a nivel superficial, que impide el óptimo nivel de serviciabilidad.

d. Tránsito: Fenómeno causado por la circulación de vehículos, en una carretera, calle o vía.

e. Bombeo: Representa la pendiente transversal de la calzada de una carretera.

f. Carril: Franja longitudinal separada por el eje de la carretera, cuyo ancho es suficiente para la circulación de vehículos.

g. Berma: Es la franja longitudinal, ubicada entre el borde exterior de la calzada y la cuneta.

h. Índice medio diario anual (IMDA): Representa el volumen de tráfico vehicular existente en un tramo de vía promedio, determinado en un periodo de 24 horas durante un año.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Ubicación política

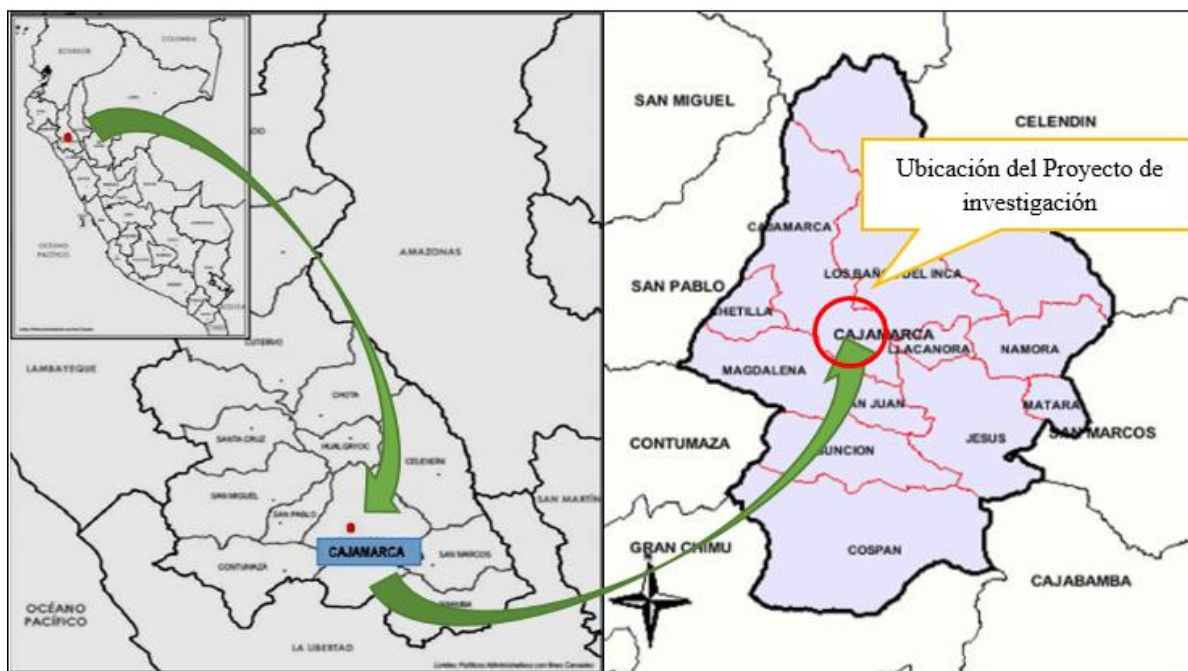


Figura 24. Ubicación del proyecto de investigación en el Perú, departamento Cajamarca – distrito Cajamarca.

Fuente: Elaborado con base a Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI 2007.



Figura 25. Ubicación del proyecto de investigación en la ciudad.

Fuente: Google Earth 2021.

3.1.2 Ubicación geográfica

Región: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca.

Distrito: Cajamarca

La ciudad de Cajamarca, se encuentra situada a 2719 msnm, con un clima templado, seco y soleado. La temporada de lluvias es de diciembre a marzo, la presente investigación se realizó específicamente en el Jr. Alfonso Ugarte, entre la Av. Independencia y el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca.

A continuación, se presenta las coordenadas de la zona en estudio en la siguiente tabla:

Tabla 9. Coordenadas UTM (Datum WGS 84) de la zona de estudio.

Punto	Este	Norte	Cota	Descripción
Inicial (I)	774855	9207636	2751	Intersección entre Jr. Alfonso Ugarte con Av. Independencia
Final (F)	775318	9205672	2761.4	Intersección entre Jr. Alfonso Ugarte con Jr. Jesús de Nazareth

3.2 TIEMPO Y ÉPOCA DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se inició con la recopilación de la información teórica necesaria, para desarrollarla de forma eficiente. El trabajo de campo se inició con la elección y el reconocimiento del tramo a evaluar (Jr. Alfonso Ugarte; entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth), luego se prosiguió con la división del pavimento en unidades de muestra, acorde con la guía metodológica para el diseño y rehabilitación de pavimentos de concreto hidráulico, luego se procedió a la inspección visual y llenado de inventario de deterioros, para cada una de las muestras, que en nuestro caso viene a ser la división de las losas. Este trabajo tuvo una fecha de inicio la cual fue el 25 de julio del 2020, teniendo una duración de 120 días (4 meses).

3.3 MATERIALES E INSTRUMENTOS

- Libreta de campo.
- Formato de registro de datos metodología PCI.
- Wincha.
- Estación total Leica TS06.
- Cámara fotográfica.

- GPS Garmin.

3.4 PROCEDIMIENTO DE LA METODOLOGÍA PCI.

Para realizar el muestreo, se siguió el siguiente procedimiento:

Paso 1. Selección de muestras

1. Reconocimiento del tramo en estudio, Jr. Alfonso Ugarte entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth en la ciudad de Cajamarca.
2. Identificar y codificar las unidades de muestra, para su localización sobre el pavimento, para la verificación de ser necesario.

Paso 2. Cálculo de las unidades de muestreo

1. Primero analizamos el tramo en estudio, para identificar el estado actual que posee, luego contabilizamos el total de losas en ambos sentidos, obtuvimos 940 losas. Esto equivale a 47 unidades de muestreo con un área de 20 losas por cada unidad de muestreo.
2. A continuación, detallamos el número mínimo de unidades de muestreo evaluadas, además del intervalo de espaciamiento entre cada una de estas unidades, para esto se utilizó las ecuaciones 1 y 2 estudiadas en el capítulo 2.

Primero calculamos el número de unidades de muestra, para lo cual usaremos la ecuación 1.

$$n = 47 * 20^2 / ((5^2/4)(47 - 1)) + 20^2$$

$$n = 28 \text{ unidades de muestra}$$

para el cálculo del intervalo de muestreo (i) se utilizará la ecuación 2.

$$i = \frac{47}{28}$$

$$i = 1.68$$

Donde:

$$I = 1 \text{ redondeando al número inferior.}$$

Paso 3. Inspección de campo

1. Inspeccionar de forma individual cada unidad de muestra seleccionada.
2. Graficar la unidad de muestra, señalando la ubicación de cada una de las losas.
3. Registrar el tramo, número de sección, el número y tipo de unidad de muestra (muestra al azar o muestra adicional), el número de losas en la unidad de muestra y el tamaño de dicha losa.
4. Realizar la inspección de las fallas.

5. Repetir este procedimiento para la totalidad de unidades de muestra a ser inspeccionadas, en nuestro caso son 47.

Paso 4. Procesamiento de datos

Vásquez (2002), para el procesamiento de dato se debe seguir el siguiente procedimiento y consta de 4 etapas:

Etapa 1. Determinar los valores deducidos.

Etapa 2. Determinar el número admisible máximo de valores deducidos (m).

Etapa 3. Determinar el “máximo valor deducido corregido”, CDV.

Etapa 4. Determinar el PCI de cada unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la etapa 3.

3.4.1 Aplicación del método (PCI) – unidad de muestra 01

Etapa 1. Valores deducidos.

La unidad de muestra **um-1** corresponde a la primera cuadra del Jr. Alfonso Ugarte con una muestra de 20 losas, 10 losas por cada carril, donde **c1** carril izquierdo y **c2** derecho.

Tabla 10. Registro de fallas para pavimento rígido um-1

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
JIRÓN					UNIDAD DE MUESTREO			NIVEL DE SEVERIDAD	
ALFONSO UGARTE					1			L: BAJA	
CUADRA					NÚMERO DE LOSAS			M: MEDIO	
C-1					20			H: ALTA	
INSPECCIONADA POR					FECHA				
VERA SÁNCHEZ, Wilmer					25/02/2020				
TIPOS DE DAÑO					ESQUEMA				
N°		N°							
21	Blow up / buckling	31	Pulimento de agregados		31L	26L	29L	10	
22	Grieta de esquina	32	Popouts		31L				
23	Losa dividida	33	Bombeo		31L	31L			
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		26L	31L	29L	9	
25	Escala	35	Cruce de vía férrea		26L				
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		26L	26L	29L	8	
27	Desnivel carril / berma	37	Retracción		31L	26L	29L		
28	Grieta lineal	38	Descaramiento de esquina		31L	31L			
29	Parcheo (grande)	39	Descaramiento de junta		26L		29L	7	
30	Parcheo (pequeño)								
Daño	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor deducido					
22	L	1	5	5					
26	L	13	65		26L		22L	29L	6
26	M	2	10		26L				
29	L	10	50	19					
31	L	14	70	9	26L	31L	26L	29L	5
					26L		31L		
					31L	26L	31L	29L	4
					26M		26L		
					31L	31L	26L	29L	3
					26L				
					26L		29L		2
					31L				
					31L	31L			
					26L	31L	29L		1
					C1		C2		

- Una vez que ya se identificaron las fallas presentes en la **um-1** del Jr. Alfonso Ugarte, se calculó la densidad de cada combinación de tipo de falla y severidad de cada una de ellas, dividiendo el número de losas que contenían la combinación, entre el número de losas de la unidad de muestra.

Por ejemplo, para la combinación de falla y nivel de severidad 31 L, se determinó que esta se encontraba presente en 14 losas y la densidad se calculó de la siguiente manera.

$$Densidad(\%) = \frac{14 * 100}{20} = 70\%$$

Calculando así sucesivamente las densidades de todas las unidades de muestra.

- Luego, con los valores obtenidos de densidad, se determinaron los valores deducidos de cada combinación de falla, ingresando a las curvas correspondientes de cada falla del pavimento de concreto.
- Para ello utilizamos la misma combinación, ingresamos a la curva de valores deducidos de la falla correspondiente, y se obtuvo una densidad del 70% y una combinación de tipo falla y nivel de severidad 31L, y finalmente un valor deducido de DV=9.

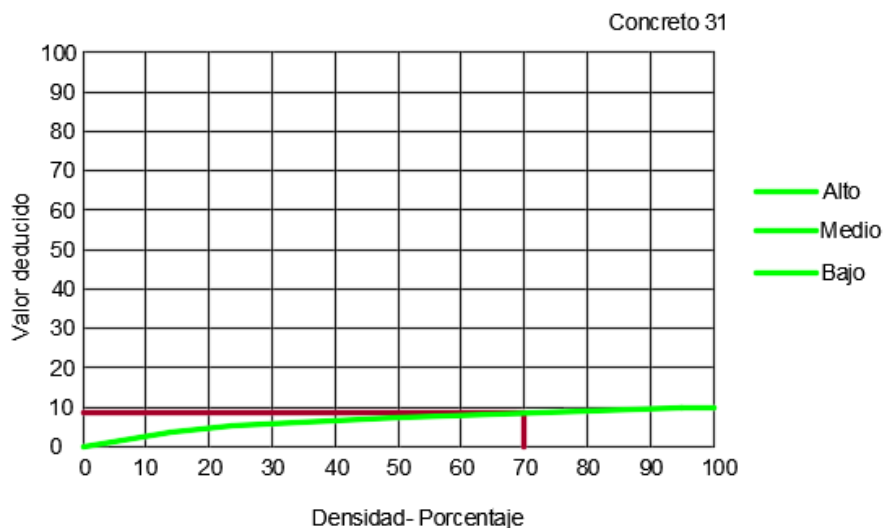


Figura 26. Valores deducidos para falla de pulimento de agregados

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

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

En esta etapa, se calculó el máximo valor deducido corregido (CDV), dado que hay 3 DVs mayores que 2, se siguió el procedimiento siguiente:

Primero se crea una lista de ellos en orden descendente.

19, 9, 5

Como siguiente paso, se calcula el número de deducciones permisibles m , utilizando la **ecuación 3**. En este caso, $HDV_i = 19$, resultando el número máximo de deducciones, $m=8.44$, como se muestra a continuación.

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Como en este caso solo contamos con 3 valores mayores e iguales que 2, se utilizará solo los mencionados 3 valores.

19, 9,5

Este valor nos indica las fallas más considerables que afectan al pavimento en estudio, por lo que determinamos que la falla más influyente en el deterioro en la unidad de muestra 01 es la falla de parche grande.

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido CVD.

- Determinar q como el número de valores deducidos mayores o iguales a 2. Para este caso, $q = 3$.
- Determinar el valor deducido total, mediante la suma de valores deducidos individuales.

$$19+9+5=33$$

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

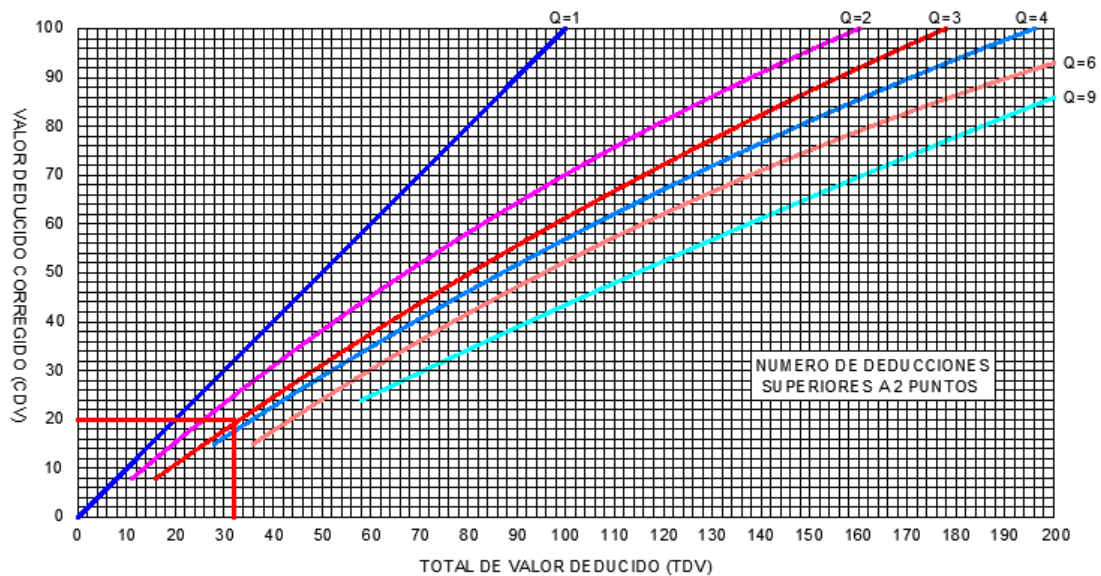


Figura 27. Valores deducidos corregidos (CDV), pavimento rígido um-1.

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

Para un CDV de 33 y un $q=3$ se obtuvo un CDV corregido de 20, siguiendo el mismo procedimiento para todos los CDVs.

El máximo CDV es el mayor de todos los CDVs, en este caso, el máximo CDV es 24.

Tabla 11. Cálculo del máximo valor deducido corregido um - 1

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV	
1	19	9	5	33	3	20	
2	19	9	2	30	2	24	
3	19	2	2	23	1	22.7	

Etapas 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 24$$

$$\text{PCI} = 76$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um1** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

3.5 ESTUDIO DE TRÁFICO DEL JR. ALFONSO UGARTE

3.5.1 Ubicación de la estación

Para realizar el conteo de tráfico para la elaboración de la presente investigación, identificamos 01 estación, la ubicación lo detallamos en el siguiente cuadro.



Figura 28. Ubicación de la estación

Fuente: Google Earth 2021.

Tabla 12. Ubicación de la estación

N°	Descripción	Estación	Progresiva	Cota	Coordenada	Fecha	N° días
1	Jr. Alfonso Ugarte Km 0+000- KM 1+475.75	E-01	0 + 053	2749.9 msnm	774906 E 9207015 N	15/11/2021 - 21/11/2021	7

3.5.2 Procesamiento de datos

3.5.2.1 Conteo vehicular de la estación e-01

Luego de consolidar la información obtenida en la estación “E-01”, cuyos datos del conteo vehicular durante 14 horas, contadas de 6.00 – 8:00 pm, durante los días lunes 15 al domingo 21 de noviembre del año 2021, se presentan en el **anexo 04**.

3.5.2.2 Cálculo del IMD semanal

Para determinar el IMD semanal, se determina el promedio de vehículos que circulan en un día, contabilizados durante siete días de la semana, según los pasos siguientes:

- Sumamos todos los vehículos contabilizados durante 14 horas, por día.

- Luego sumamos el total de vehículos durante los siete días, por tipo de vehículo.
- Dividimos el valor entre siete “número de días” para determinar el IMD semanal.

Tabla 13. Índice medio diario semanal “IMDS”.

CARRETERA:		JR. ALFONSO UGARTE												
TRAMO:		Km 0+00 - Km 1+475.75					UBICACIÓN:		Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE					
COD. ESTACIÓN		E - 1					SENTIDO:		AMBOS					
ESTACIÓN		EST. 01					DÍA:		Del 15/11/2021 AL 21/11/2021					
DÍA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYER		TOTAL	%
				PICK UP	COMBI		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
LUNES	5723	1355	1731	1077	289	15	33	7	175	74	43	17	10539	14.46
MARTES	5642	1339	1649	1080	263	15	27	8	163	74	36	17	10313	14.15
MIÉRCOLES	5758	1375	1585	1064	247	11	28	6	167	85	26	17	10369	14.23
JUEVES	5650	1393	1706	1061	290	12	27	4	166	72	41	19	10441	14.33
VIERNES	5596	1349	1716	1095	276	14	23	8	174	75	38	16	10380	14.24
SÁBADO	5745	1397	1624	1071	225	7	25	5	150	61	20	13	10343	14.19
DOMINGO	5790	1385	1652	1046	272	13	28	7	183	76	31	14	10497	14.40
TOTAL	39904	9593	11663	7494	1862	87	191	45	1178	517	235	113	72882	100.00
IMD	5701	1370	1666	1071	266	12	27	6	168	74	34	16	10411	
%	54.76	13.16	16.00	10.29	2.55	0.12	0.26	0.06	1.61	0.71	0.33	0.15	100.00	
VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS								

3.5.2.3 Cálculo del índice medio diario anual “IMDA”

Es primordial determinar el factor de corrección estacional, en la presente investigación consideramos los factores de corrección estacional del peaje “Ciudad de Dios” del mes de noviembre debido a que es uno de los más cercanos a nuestro proyecto, el factor de corrección varía según las estaciones del año y son determinados por el MTC.

Tabla 14. Factor de corrección estacional.

Factor de corrección estacional peaje Ciudad de Dios	
Factor de corrección para vehículos ligeros	1.0664
Factor de corrección para vehículos pesados	0.8101

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2010.

A los valores del IMD semanal lo multiplicamos por el factor de corrección estacional con ello determinamos el IMD anual. Dicho proceso lo realizamos en la **tabla 15**.

Tabla 15. Índice medio diario anual.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDS	DISTRIB. %	CÁLCULO DEL IMD	TIPO DE VEHÍCULO	IMD	DISTRIB. %				
							MOTO TAXI	5701	54.8%	$IMD = \frac{VS}{7}$ $VS = VOL. PROMEDIO SEMANAL$ <table border="1"> <tr> <td>FC. VEH. LIGEROS</td> <td>1.0664</td> </tr> <tr> <td>FC VEH. PESADOS</td> <td>0.8101</td> </tr> </table> $IMD = \frac{11018}{4,021,570} \text{ VEH. x DÍA}$ $4,021,570 \text{ VEH. x AÑO}$
FC. VEH. LIGEROS	1.0664									
FC VEH. PESADOS	0.8101									
AUTO	1370	13.2%	AUTO	1461	13.3%					
SATION WAGON	1666	16.0%	SATION WAGON	1777	16.1%					
CAMIONETA PICK UP	1071	10.3%	CAMIONETA PICK UP	1142	10.4%					
COMBI RURAL	266	2.6%	COMBI RURAL	284	2.6%					
MICRO	12	0.1%	MICRO	10	0.1%					
ÓMNIBUS 2E y 3E	33	0.3%	ÓMNIBUS 2E y 3E	27	0.2%					
CAMIÓN 2E	168	1.6%	CAMIÓN 2E	136	1.2%					
CAMIÓN 3E	74	0.7%	CAMIÓN 3E	60	0.5%					
SEMI TRAYLER	50	0.5%	SEMI TRAYLER	41	0.4%					
TOTAL IMD	10411	100.0%	TOTAL IMD	11018	100.0%					

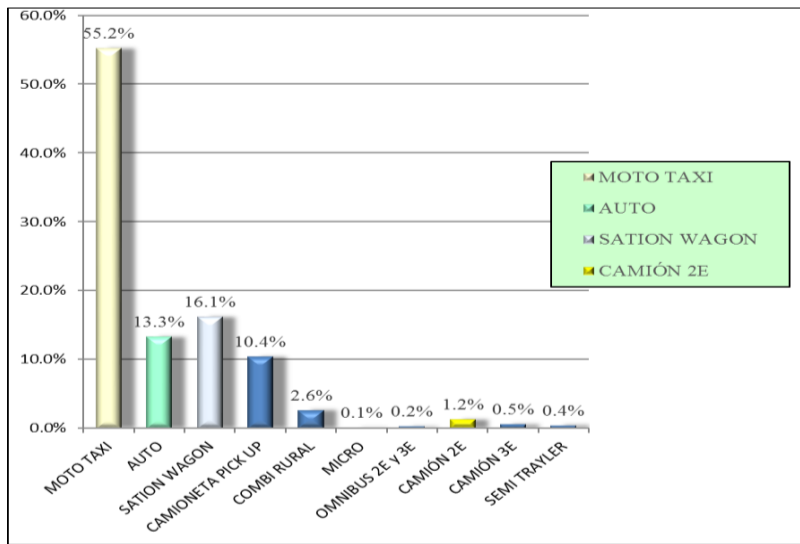


Figura 29. Participación por tipo de vehículo – Jr. Alfonso Ugarte

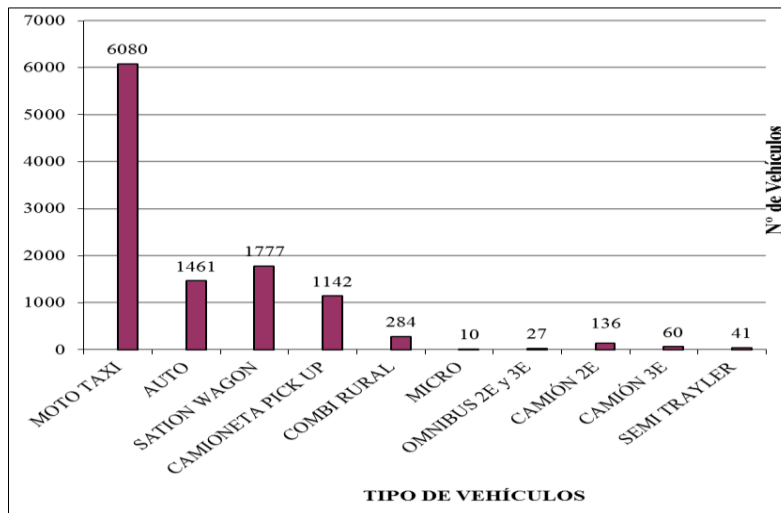


Figura 30. Clasificación vehicular IMDA - Jr. Alfonso Ugarte

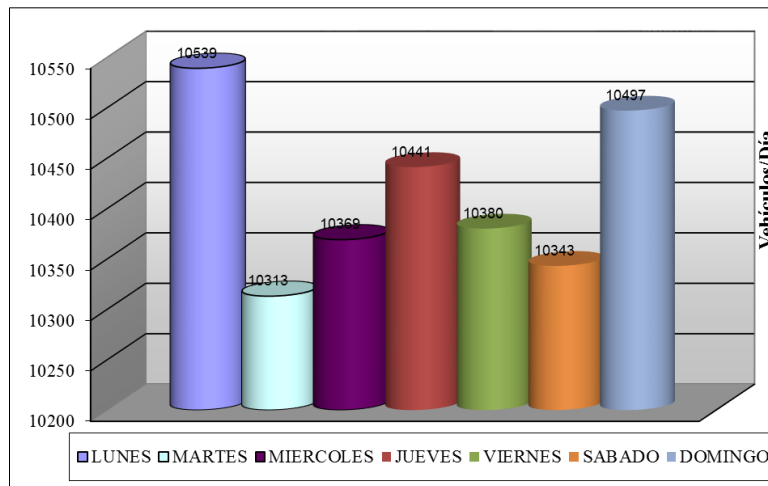


Figura 31. Variación diaria de vehículos - Jr. Alfonso Ugarte

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

A continuación, se dará algunos alcances de la zona en estudio en el presente proyecto de tesis, dicho proyecto se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca, con el fin de conocer el estado de conservación en el que se encuentra.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL JR. ALFONSO UGARTE

4.2.1 Análisis de resultados de la cuadra 1 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 1 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 1 son: um1, um2 y um3.

Tabla 16. Resumen de valores PCI de la cuadra 1 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-01	20	76.00	Muy bueno	70.50	Estado muy bueno
Um-02	20	67.50	Bueno		
Um-03	20	68.00	Bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 1 del Jr. Alfonso Ugarte es de 70.50, este valor representa un estado del pavimento muy bueno.

Tabla 17. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 1

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	4	2	0	6	5.88
25	Escala	1	0	0	1	0.98
26	Sello de junta	15	2	0	17	16.67
28	Grieta lineal	7	0	0	7	6.86
29	Parcheo grande	29	0	0	29	28.43
30	Parcheo Pequeño	2	3	0	5	4.90
31	Pulimento de agregados	36	0	0	36	35.29
34	Punzonamiento	0	0	1	1	0.98
Total					102	100.00

Las fallas que más afectan a las unidades de muestra de la cuadra 1 del proyecto de estudio, es pulimento de agregados 35.29% y parcheo grande 28.43%, en mayor porcentaje la severidad presente es baja.

4.2.2 Análisis de resultados de la cuadra 2 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 2 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 2 son: um4, um5 y um6.

Tabla 18. Resumen de valores PCI de la cuadra 2 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-04	20	58.00	Bueno		
Um-05	20	36.00	Malo	47.00	Estado regular
Um-06	20	47.00	Regular		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 2 del Jr. Alfonso Ugarte es de 47.00, este valor representa un estado del pavimento regular.

Tabla 19. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 2.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	5	8	0	13	12.38
26	Sello de junta	5	0	0	5	4.76
28	Grieta lineal	9	8	0	17	16.19
29	Parcheo grande	44	11	1	56	53.33
30	Parcheo pequeño	1	2	0	3	2.86
31	Pulimento de agregados	9	0	0	9	8.57
34	Punzonamiento	0	0	2	2	1.90
Total					105	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 2 del proyecto de estudio, es parcheo grande 53.33%, cuyo mayor porcentaje de severidad presente es baja.

4.2.3 Análisis de resultados de la cuadra 3 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 3 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 6 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 3 son: um7, um8, um9, um10, um11 y um12.

Tabla 20. Resumen de valores PCI de la cuadra 3 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-07	20	39.50	Malo		
Um-08	20	34.00	Malo		
Um-09	20	42.50	Regular	39.00	Estado malo
Um-10	20	45.00	Regular		
Um-11	20	36.00	Malo		
Um-12	20	37.00	Malo		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 3 del Jr. Alfonso Ugarte es de 39.00, este valor representa un estado del pavimento malo.

Tabla 21. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 3.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	19	7	0	26	11.35
23	Losa dividida	5	8	0	13	5.68
25	Escala	1	0	0	1	0.44
28	Grieta lineal	43	40	1	84	36.68
29	Parcheo grande	61	19	9	89	38.86
30	Parcheo pequeño	1	0	0	1	0.44
31	Pulimento de agregados	2	0	0	2	0.87
34	Punzonamiento	0	0	5	5	2.18
37	Retracción	5	0	0	5	2.18
38	Descaramiento de esquina	3	0	0	3	1.31
Total					229	100.00

Las fallas que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 3 del proyecto de estudio, es parcheo grande 38.86%, dichas fallas presentan en su mayoría severidad leve; seguido de la falla grieta lineal 36.68%, la severidad en mayor porcentaje es baja y media.

4.2.4 Análisis de resultados de la cuadra 4 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 4 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 4 son: um13, um14 y um15.

Tabla 22. Resumen de valores PCI de la cuadra 4 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-13	20	26.50	Malo		
Um-14	20	35.00	Malo	30.17	Estado malo
Um-15	20	29.00	Malo		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 4 del Jr. Alfonso Ugarte es de 30.17, este valor representa un estado del pavimento malo.

Tabla 23. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 4.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	7	2	0	9	7.56
23	Losa dividida	0	9	0	9	7.56
28	Grieta lineal	15	30	0	45	37.82
29	Parcheo grande	27	0	8	35	29.41
31	Pulimento de agregados	9	8	0	17	14.29
34	Punzonamiento	0	0	2	2	1.68
37	Retracción	2	0	0	2	1.68
Total					119	100.00

Las fallas que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 4 del proyecto de estudio, es grieta lineal 37.82%, cuya severidad en su mayoría es media; seguido de la falla parcheo grande 29.41%, en mayor porcentaje la severidad presente es baja.

4.2.5 Análisis de resultados de la cuadra 5 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 5 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 5 son: um16, um17 y um18.

Tabla 24. Resumen de valores PCI de la cuadra 5 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-16	20	39.00	Malo		
Um-17	20	29.50	Malo	32.00	Estado malo
Um-18	20	27.50	Malo		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 5 del Jr. Alfonso Ugarte es de 32.00, este valor representa un estado del pavimento malo.

Tabla 25. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 5.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	1	10	0	11	8.15
27	Desnivel carril / berma	3	0	0	3	2.22
28	Grieta lineal	1	52	0	53	39.26
29	Parqueo grande	12	13	9	34	25.19
31	Pulimento de agregados	14	17	0	31	22.96
34	Punzonamiento	2	0	0	2	1.48
37	Retracción	1	0	0	1	0.74
Total					135	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 5 del proyecto de estudio, es grieta lineal 39.26%, dichas fallas presentan severidad media en su mayoría.

4.2.6 Análisis de resultados de la cuadra 6 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 6 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 2 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 6 son: um19 y um20.

Tabla 26. Resumen de valores PCI de la cuadra 6 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-19	20	16.00	Muy malo	27.75	Estado malo
Um-20	20	39.50	Malo		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 6 del Jr. Alfonso Ugarte es de 27.75, este valor representa un estado del pavimento malo.

Tabla 27. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 6.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	4	0	4	3.96
23	Losa dividida	0	7	0	7	6.93
28	Grieta lineal	4	19	8	31	30.69
29	Parqueo grande	23	4	2	29	28.71
31	Pulimento de agregados	4	20	0	24	23.76
37	Retracción	0	6	0	6	5.94
Total					101	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 6 del proyecto de estudio, es grieta lineal con 30.69%, el mayor porcentaje de severidad presente es media.

4.2.7 Análisis de resultados de la cuadra 7 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 7 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 7 son: um21, um22 y um23.

Tabla 28. Resumen de valores PCI de la cuadra 7 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-21	20	17.00	Muy malo	16.33	Estado muy malo
Um-22	20	6.00	Fallado		
Um-23	20	26.00	Malo		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 7 del Jr. Alfonso Ugarte es de 16.33, este valor representa un estado del pavimento muy malo.

Tabla 29. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 7.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	3	15	0	18	13.33
23	Losa dividida	0	3	9	12	8.89
28	Grieta lineal	0	22	9	31	22.96
29	Parcheo grande	31	12	8	51	37.78
31	Pulimento de agregados	11	7	0	18	13.33
32	Popouts	1	0	0	1	0.74
34	Punzonamiento	0	0	4	4	2.96
Total					135	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 7 del proyecto de estudio, es parcheo grande con 37.78%, dicha falla presenta severidad baja en mayor porcentaje.

4.2.8 Análisis de resultados de la cuadra 8 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 8 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 8 son: um24, um25 y um26.

Tabla 30. Resumen de valores PCI de la cuadra 8 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-24	20	62.00	Bueno		
Um-25	20	75.00	Muy bueno	68.00	Estado bueno
Um-26	20	67.00	Bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 8 del Jr. Alfonso Ugarte es de 68, este valor representa un estado del pavimento bueno.

Tabla 31. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 8.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	2	1	0	3	4.69
28	Grieta lineal	1	7	0	8	12.50
29	Parqueo grande	21	11	1	33	51.56
31	Pulimento de agregados	12	6	0	18	28.13
32	Popouts	2	0	0	2	3.13
Total					64	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 8 del proyecto de estudio, es parqueo grande con 51.56%, y el mayor porcentaje de severidad presente es baja.

4.2.9 Análisis de resultados de la cuadra 9 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 9 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 5 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 9 son: um27, um28, um29, um30 y um31.

Tabla 32. Resumen de valores PCI de la cuadra 9 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-27	20	77.00	Muy bueno		
Um-28	20	76.00	Muy bueno		
Um-29	20	69.50	Bueno	73.10	Estado muy bueno
Um-30	20	76.00	Muy bueno		
Um-31	20	67.00	Bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 9 del Jr. Alfonso Ugarte es de 73.10, este valor representa un estado del pavimento muy bueno.

Tabla 33. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 9.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	2	0	0	2	1.69
28	Grieta lineal	1	2	0	3	2.54
29	Parcheo grande	40	16	0	56	47.46
31	Pulimento de agregados	19	36	0	55	46.61
38	Descaramiento de esquina	2	0	0	2	1.69
Total					118	100.00

Las fallas que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 9 del proyecto de estudio, es parcheo grande 47.46% y pulimento de agregados 46.61%, estas fallas presentan en mayor porcentaje severidad baja y media respectivamente.

4.2.10 Análisis de resultados de la cuadra 10 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 10 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 2 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 10 son: um32, y um33.

Tabla 34. Resumen de valores PCI de la cuadra 10 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-32	20	69.50	Bueno	64.25	Estado bueno
Um-33	20	59.00	Bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 10 del Jr. Alfonso Ugarte es de 64.25, este valor representa un estado del pavimento bueno.

Tabla 35. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 10.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	3	0	3	5.66
29	Parcheo grande	10	7	4	21	39.62
30	Parcheo pequeño	0	4	0	4	7.55
31	Pulimento de agregados	11	13	0	24	45.28
37	Retracción	1	0	0	1	1.89
Total					53	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 10 del proyecto de estudio, es pulimento de agregados 45.28%, en mayor porcentaje la severidad presente es media.

4.2.11 Análisis de resultados de la cuadra 11 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 11 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 5 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 11 son: um34, um35, um36, um37 y um38.

Tabla 36. Resumen de valores PCI de la cuadra 11 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-34	20	59.50	Bueno		
Um-35	20	66.00	Bueno		
Um-36	20	59.00	Bueno	60.50	Estado bueno
Um-37	20	64.50	Bueno		
Um-38	20	53.50	Regular		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 11 del Jr. Alfonso Ugarte es de 60.50, este valor representa un estado del pavimento bueno.

Tabla 37. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 11.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	7	0	7	6.14
23	Losa dividida	1	0	0	1	0.88
28	Grieta lineal	9	18	0	27	23.68
29	Parcheo grande	38	24	2	64	56.14
31	Pulimento de agregados	15	0	0	15	13.16
Total					114	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 11 del proyecto de estudio, es parcheo grande 56.14%, y la severidad en mayor porcentaje es baja.

4.2.12 Análisis de resultados de la cuadra 12 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 12 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 2 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 12 son: um39 y um40.

Tabla 38. Resumen de valores PCI de la cuadra 12 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-39	20	72.00	Muy bueno	73.50	Estado muy bueno
Um-40	20	75.00	Muy bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 12 del Jr. Alfonso Ugarte es de 73.50, este valor representa un estado del pavimento muy bueno.

Tabla 39. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 12.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	1	0	1	2.44
28	Grieta lineal	0	3	0	3	7.32
29	Parcheo grande	13	9	0	22	53.66
30	Parcheo pequeño	0	0	0	0	0.00
31	Pulimento de agregados	10	3	0	13	31.71
37	Retracción	2	0	0	2	4.88
Total					41	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 12 del proyecto de estudio, es parcheo grande 53.66%, las losas en su mayoría poseen severidad baja.

4.2.13 Análisis de resultados de la cuadra 13 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 13 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 4 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 13 son: um41, um42, um43 y um44.

Tabla 40. Resumen de valores PCI de la cuadra 13 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-41	20	69.50	Bueno	69.88	Estado bueno
Um-42	20	74.00	Muy bueno		
Um-43	20	62.00	Bueno		
Um-44	20	74.00	Muy bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 13 del Jr. Alfonso Ugarte es de 69.88, este valor representa un estado del pavimento bueno.

Tabla 41. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 13.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	4	0	4	3.92
28	Grieta lineal	9	0	0	9	8.82
29	Parcheo grande	36	9	0	45	44.12
30	Parcheo pequeño	2	0	0	2	1.96
31	Pulimento de agregados	27	0	0	27	26.47
36	Desconchamiento	9	0	0	9	8.82
37	Retracción	6	0	0	6	5.88
Total					102	100.00

La falla que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 13 del proyecto de estudio, es parcheo grande 44.12%, en mayor porcentaje la severidad presente es baja.

4.2.14 Análisis de resultados de la cuadra 14 del jr. Alfonso Ugarte.

La cuadra 14 del Jr. Alfonso Ugarte tiene 3 unidades de muestreo, las cuales están constituidas por un total de 20 losas, conformadas por 2 carriles de 10 losas y las unidades de muestra correspondientes a la cuadra 14 son: um39 y um40.

Tabla 42. Resumen de valores PCI de la cuadra 14 de la zona en estudio.

Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado	PCI-cuadra 01	Descripción
Um-45	20	67.50	Bueno		
Um-46	20	67.00	Bueno	64.17	Estado bueno
Um-47	20	58.00	Bueno		

El índice de condición del pavimento de las unidades de muestra de la cuadra 14 del Jr. Alfonso Ugarte es de 64.17, este valor representa un estado del pavimento bueno.

Tabla 43. Fallas más representativas en las “um” de la cuadra 14.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
22	Grieta de esquina	0	3	0	3	3.66
28	Grieta lineal	10	0	0	10	12.20
29	Parcheo grande	24	3	4	31	37.80
31	Pulimento de agregados	8	14	10	32	39.02
37	Retracción	6	0	0	6	7.32
Total					82	100.00

Las fallas que más afecta a las unidades de muestra de la cuadra 14 del proyecto de estudio, es pulimento de agregados 39.02% y parcheo grande 37.80%, su nivel de severidad que afecta es media y baja respectivamente.

4.2.15 Análisis de resultados de la zona en estudio

La zona en estudio en el presente proyecto de investigación, consta de 47 unidades de muestra, correspondientes al Jr. Alfonso Ugarte, que está compuesto por un total de 14 cuadras, las cuáles serán analizadas utilizando el método PCI.

Tabla 44. PCI del total de unidades de muestra del Jr. Alfonso Ugarte.

JR. ALFONSO UGARTE.								
Cuadra	Unidades de muestra	N° de losas	PCI-unidad de muestra	Estado de cada unidad de muestra	PCI-cuadra	Descripción de estado por cuadra	PCI Jr. A. Ugarte	Estado general
C-01	Um-01	20	76.00	Muy bueno	70.50	Muy bueno	52.58	Regular
	Um-02	20	67.50	Bueno				
	Um-03	20	68.00	Bueno				
C-02	Um-04	20	58.00	Bueno	47.00	Regular		
	Um-05	20	36.00	Malo				
	Um-06	20	47.00	Regular				
C-03	Um-07	20	39.50	Malo	39.00	Malo		
	Um-08	20	34.00	Malo				
	Um-09	20	42.50	Regular				
	Um-10	20	45.00	Regular				
	Um-11	20	36.00	Malo				
C-04	Um-12	20	37.00	Malo	30.17	Malo		
	Um-13	20	26.50	Malo				
	Um-14	20	35.00	Malo				
C-05	Um-15	20	29.00	Malo	32.00	Malo		
	Um-16	20	39.00	Malo				
	Um-17	20	29.50	Malo				
C-06	Um-18	20	27.50	Malo	27.75	Malo		
	Um-19	20	16.00	Muy malo				
	Um-20	20	39.50	Malo				
C-07	Um-21	20	17.00	Muy malo	16.33	Muy malo		
	Um-22	20	6.00	Fallado				
	Um-23	20	26.00	Malo				
C-08	Um-24	20	62.00	Bueno	68.00	Bueno		
	Um-25	20	75.00	Muy bueno				
	Um-26	20	67.00	Bueno				
C-09	Um-27	20	77.00	Muy bueno	73.10	Muy bueno		
	Um-28	20	76.00	Muy bueno				
	Um-29	20	69.50	Bueno				
	Um-30	20	76.00	Muy bueno				
C-10	Um-31	20	67.00	Bueno	64.25	Bueno		
	Um-32	20	69.50	Bueno				
C-11	Um-33	20	59.00	Bueno	60.50	Bueno		
	Um-34	20	59.50	Bueno				
	Um-35	20	66.00	Bueno				
	Um-36	20	59.00	Bueno				
	Um-37	20	64.50	Bueno				
C-12	Um-38	20	53.50	Regular	73.50	Muy bueno		
	Um-39	20	72.00	Muy bueno				
C-13	Um-40	20	75.00	Muy bueno	69.88	Bueno		
	Um-41	20	69.50	Bueno				
	Um-42	20	74.00	Muy bueno				
	Um-43	20	62.00	Bueno				
C-14	Um-44	20	74.00	Muy bueno	64.17	Bueno		
	Um-45	20	67.50	Bueno				
	Um-46	20	67.00	Bueno				
	Um-47	20	58.00	Bueno				

Podemos observar que cada cuadra tiene sus unidades de muestra, las cuales presentan un estado de conservación determinado. Además, la zona de estudio del presente proyecto de tesis posee un estado de conservación general, con un valor de PCI de 52.58, el cual representa un estado de conservación **regular**.

Tabla 45. Porcentaje de fallas totales encontradas en las unidades de muestra del Jr. Alfonso Ugarte.

N°	Daño	N° de losas / severidad			N° de daños	Porcentaje (%)
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)		
21	Blow up / buckling	0	0	0	0	0.00
22	Grieta de esquina	43	67	0	110	7.33
23	Losa dividida	6	27	9	42	2.80
24	Grieta de durabilidad "D"	0	0	0	0	0.00
25	Escala	2	0	0	2	0.13
26	Sello de junta	20	2	0	22	1.47
27	Desnivel carril / berma	3	0	0	3	0.20
28	Grieta lineal	109	201	18	328	21.87
29	Parcheo grande	409	138	48	595	39.67
30	Parcheo pequeño	6	9	0	15	1.00
31	Pulimento de agregados	187	124	10	321	21.40
32	Popouts	3	0	0	3	0.20
33	Bombeo	0	0	0	0	0.00
34	Punzonamiento	2	0	14	16	1.07
35	Cruce de vía férrea	0	0	0	0	0.00
36	Desconchamiento	9	0	0	9	0.60
37	Retracción	23	6	0	29	1.93
38	Descaramiento de esquina	5	0	0	5	0.33
39	Descaramiento de junta	0	0	0	0	0.00
Total					1500	100.00

De la tabla anterior podemos observar que las fallas que más afectan el estado de conservación del pavimento del Jr. Alfonso Ugarte son: parcheo grande con una incidencia de 39.67%, seguido de la falla grieta lineal con un porcentaje de 21.87%, pulimento de agregados 21.40% y finalmente la falla grieta de esquina con un 7.33%.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los resultados del trabajo de investigación, pudimos apreciar que la finalidad de abordar el tema de la evaluación del estado de conservación de un pavimento, es identificar el estado del mismo, para luego brindar estrategias para su mantenimiento, que coincide con las investigaciones de Cote G. y Villalva L. (2017), Torres L. (2018) y Vásquez A. (2018). También se observa que las fallas que más afectan a un pavimento, son distintos para cada proyecto de investigación, para Cote G. y Villalva L. (2017), la falla pulimento de agregados se presentó con mayor frecuencia durante la evaluación, pero considera que no es relevante, ya que el valor deducido es bajo en comparación con otras patologías (máx. VD=10), además resalta que un gran problema es el uso de

diferentes tipos de agregado en la zona de estudio. Según Torres L. (2018), la patología más frecuente en su investigación fue parche grande 22.25%, grietas lineales con 23.24%, losa dividida 15.89%, para solucionar estas fallas considera aplicar un método correctivo, ya que en épocas de lluvia el agua se acumula en estas, y magnifican el deterioro de las mismas. En el proyecto de investigación de Vásquez A. (2018), determinó que la falla más frecuente en su investigación fue parcheo grande con 42.3%, pulimento de agregados con 12.7 y grieta lineal 11.9%.

Según los autores Cote G. y Villalva L. (2017), Torres L. (2018) y Vásquez A. (2018), coinciden en que, si se realiza la evaluación del estado de conservación de un pavimento durante el periodo de vida útil de una vía, estos generalmente poseen un estado de conservación regular, por lo que se debe proponer medidas correctivas para su mantenimiento y conservación.

4.4 ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Una vez realizado el estudio de todas las unidades de muestra del Jr. Alfonso Ugarte de la ciudad de Cajamarca, aplicando el método PCI, y determinando el estado de conservación en el que se encuentra, procedemos a dar las siguientes alternativas de solución.

Tabla 46. Alternativas de solución.

Técnica de restauración	Objetivo
1. Reparación del espesor total de la losa.	Reparación de deterioros de tipo estructural, los cuales afectan el espesor total de la losa, mediante la remoción y el reemplazo de al menos una porción de la losa.
2. Reparación en espesor parcial.	Reparar juntas y fisuras severamente deterioradas y deterioros superficiales.
3. Cosido cruzado.	Anclar fisuras longitudinales, aplicando inserción de barras
4. Cepillado y ranurado.	Extender la serviciabilidad del pavimento, mejorando sus condiciones de fricción.

Fuente: Instituto del cemento portland argentino ICPA 2018.

Debido a que el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, presenta un estado de conservación distinto en cada una de las unidades de muestras, con un valor determinado de nivel de severidad, las alternativas de solución para la conservación del pavimento, se plantean de acuerdo a la tabla anterior y a los resultados de la evaluación del pavimento, obtenidos en el ítem 4.2.

4.4.1 Reparación del espesor total de la losa.

Consta de una serie de pasos, los cuales nos permiten reparar la losa afectada, dichos pasos son los siguientes:

En principio señalizamos y aislamos el área del pavimento a remover, evitando las áreas adyacentes durante el trabajo de remoción de pavimento dañado. Para este trabajo se usará cortadora de concreto, dicho corte debe tener un espesor mínimo de $1/3$ del espesor de la losa y a 30 cm de bordes o juntas, entre el área a remover, el proceso de demolición se debe realizar con un equipo de mayor energía de demolición, mientras que el perímetro circundante, se demolerá con un equipo de demolición liviano ($<7\text{kg}$); además, debemos tener en cuenta el estado de las capas inferiores, las cuales si se afectan deberán ser reparadas con material adecuado. Las superficies cortadas deberán quedar con una determinada rugosidad, para una mejor adherencia del concreto nuevo. El concreto a reemplazar debe tener las mismas especificaciones que el pavimento inicial, este concreto deberá alcanzar la resistencia adecuada, para ello se deberán realizar ensayos de probetas. Finalmente, los materiales excedentes deben ser depositados en botaderos (ICPA, 2018).

4.4.2 Reparación del espesor parcial de la losa

Consiste en la reparación de deterioros de tipo funcional, los cuales afectan hasta una profundidad máxima de $1/3$ del espesor total de la losa, esta alternativa de solución, se aplica en el caso específico de despostillamiento de juntas y/o fisuras longitudinales y transversales, además del descaramiento de la losa. El proceso inicial es aislar al área afectada, hasta extenderse unos 10 cm más allá de la zona afectada, dicha área deberá presentar ángulos rectos con forma regulares, luego se procede a cortar la losa dañada hasta una profundidad adecuada, la cual debe ser demolida con el cuidado necesario, para no afectar las losas y juntas contiguas; además, se procede a verificar el estado del paquete estructural del pavimento, y debe cumplir de forma eficiente su función, se debe tener en cuenta para la colocación del concreto hidráulico, la pérdida de humedad y para evitar esto, se colocará una capa de polietileno, en el caso de las juntas se coloca un inserto, el cual nos permite romper la adherencia y genera el espacio, para formar nuevamente la junta ya sea longitudinal o transversal; finalmente se debe tener en cuenta la nivelación de la losa, la cual la debe constatar la supervisión encargada de dicho trabajo (ICPA, 2018).

4.4.3 Cosido cruzado

Esta técnica consiste en anclar fisuras longitudinales, las cuales no se encuentran abiertas, aplicando la inserción de barras de acero nervadas con una inclinación de 35° a 45°, con este método se logra una óptima transferencia de carga, se mantiene juntas y grietas cerradas y se reduce el proceso de deterioro, principalmente el escalonamiento. Para la aplicación de este método, se utilizan barras deformadas de 19 mm (#6) o 25 mm (#8), el espaciamiento entre barras depende del tránsito vehicular, para es el caso de tráfico pesado, se usará un espaciamiento de 500mm y 750mm, para tránsito liviano estas se colocan alternadas a un lado y otro de la junta o grieta. Se taladra un agujero a través de la junta o grieta, evitando alcanzar la longitud total de la losa, luego se usa aire comprimido para remover trozos de concreto, como paso siguiente se vierte epóxico en el agujero, dejando un espacio para que la barra sea embebida; finalmente se inserta la barra y se remueve el exceso de epóxico (ICPA, 2018).

4.4.4 Cepillado y ranurado

El objetivo principal de esta estrategia de mantenimiento, es que el pavimento cumpla con una sección transversal típica, este trabajo se realiza con una cepilladora con rodillo diamantado, cuya función es brindar una textura adecuada al pavimento. El proceso de ranurado debe aplicarse en el mismo sentido que el flujo vehicular, con traslapes menores a 5cm entre pasadas, teniendo en cuenta que dicho proceso debe abarcar la totalidad del ancho del carril, esto con el fin de obtener un óptimo drenaje. Las dimensiones del cepillado deben tener una distancia entre canales de 1.5mm a 3.5 mm, y una profundidad de 1.5mm, y el ancho de los canales deben ser de 2mm a 4mm; finalmente los materiales sueltos deben ser removidos y retirados, para evitar que sean dispersados por el tránsito vehicular (LananmeUCR, 2021).

4.5 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Se planteó como hipótesis, el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca, evaluado mediante los parámetros del método PCI, es **regular**. Luego de los estudios realizados utilizando el método PCI, se obtiene un estado de conservación **regular** del pavimento, por lo que concluimos que la hipótesis planteada es **verdadera**.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se evaluó el estado de conservación del pavimento rígido del Jr. Alfonso Ugarte, comprendido entre las intersecciones de la Av. Independencia con el Jr. Jesús de Nazareth de la ciudad de Cajamarca utilizando el método PCI, obteniendo como resultado de dicha evaluación, un pavimento cuya condición es **regular**, con un valor de PCI de 52.58.
- Se logró identificar un total de 14 clases de fallas, de las cuales las que más afectan el estado del pavimento en estudio son: parcheo grande 36.97%, grieta lineal 21.87% y pulimento de agregados 21.40%; la severidad que presentan estas fallas es de 3 tipos: baja, media y alta.
- Se establecieron estrategias de rehabilitación y mantenimiento, de acuerdo a los resultados de la evaluación del estado de conservación del pavimento en estudio.
- Se determinó la demanda de tráfico del Jr. Alfonso Ugarte de la ciudad de Cajamarca, la cual tiene un IMD anual de 11018 vehículos/día.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar el método PCI para pavimentos con capa de rodadura rígida, ya que este método es considerado el más completo, comprende todos los tipos de daños y es aplicado en nuestro país desde hace muchos años, obteniéndose óptimos resultados a la hora de realizar la evaluación de la condición de un pavimento; se debe tener sumo cuidado al aplicar este método en todos sus pasos, ya que de ello depende el resultado real de la condición del pavimento.
- Se recomienda evaluar la mayor cantidad de unidades de muestreo, ya que así se obtendrá resultados más precisos, por lo que para el presente proyecto de investigación se sometió a evaluación todas las unidades de muestreo, para así establecer de manera certera, el estado de conservación de dicha vía.
- Ante el notorio crecimiento del volumen vehicular, se recomienda que la Municipalidad de Cajamarca integre un plan de ordenamiento del tránsito, debido a que el alto índice de tráfico, es un factor determinante en la conservación de las calles, debido a que estas reciben cargas superiores a las que fueron diseñadas.
- Se recomienda realizar una intervención en función a las alternativas de solución planteadas, dado que el resultado de la evaluación del pavimento es **regular**, esto con la finalidad de recuperar las condiciones iniciales de servicio de dicho pavimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asenjo, D. (2016). “Evaluación del estado del pavimento rígido en la avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI – Jaén 2016”. Tesis Pregrado, Jaén, Perú, Universidad Nacional de Jaén.
- Calla, E. (2015). Pavimentación de los jirones Achaya, Manco Cápac, Conde de Lemus, Arica y Puno de la municipalidad distrital de Caminaca Azángaro. Tesis Pregrado, Azángaro, Puno, Universidad Nacional del Altiplano.
- Cote, G; Villalva, L. (2017). Evaluación de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación, caso de estudio: carretera 1ra del barrio Bocagrande. Tesis de Pregrado, Cartagena de Indias, Colombia, Universidad de Cartagena.
- LanammeUCR (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales). (2021). Unidad de Auditoría Técnica. Guía para la inspección y reparación de deterioros en pavimentos de concreto hidráulico. Heredia, Costa Rica.
- ICPA (Instituto del Cemento Portland Argentino, Argentina). (2018). Diseño y construcción de pavimentos de hormigón. San Salvador de Jujuy, Argentina.
- Miranda, R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis de Pregrado, Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile.
- Montejo, A. (2008). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, 3Ed, Tomo I Colombia. Consultado el 16 mar. 2022. Disponible en <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieria3ada-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>
- Morales, J. (2005). Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo. Tesis Pregrado, Piura, Perú Universidad de Piura.
- Pinedo, J. (2017). Evaluación superficial de la avenida Cultural en el distrito de Wanchaq – Cusco a través del método PCI. Tesis Pregrado, Wanchaq, Perú, Universidad César Vallejo.
- Shahin, M. (2005). Pavement Management for Airports Roads and Parkink Lots, 2 Ed. Estados Unidos. Consultado el 14 mar. 2022. Disponible en http://dl1.wikitransport.ir/book/Pavement_Management_For_Airports_Roads_And_Parking_Lots_2005.pdf

- Torres, L. (2018). Evaluación superficial del pavimento rígido aplicando el método Pavement Condition Index (PCI). en las calles del distrito de Yanama – Yungay, región Ancash”. Tesis Pregrado, Yanama, Perú, Universidad Cesar Vallejo.
- Vásquez, A. (2018). Evaluación del estado de conservación de las calles del sector Santa Rosa de la ciudad de Bambamarca utilizando los métodos de Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Vizir. Tesis de Pregrado. Bambamarca, Perú, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index 1Ed, Tomo 1. Colombia. Consultado 17 mar. 2022. Disponible en <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01: ÁBACOS PARA OBTENER LOS VALORES DEDUCIDOS PARA LAS DIFERENTES FALLAS DE PAVIMENTO RÍGIDO

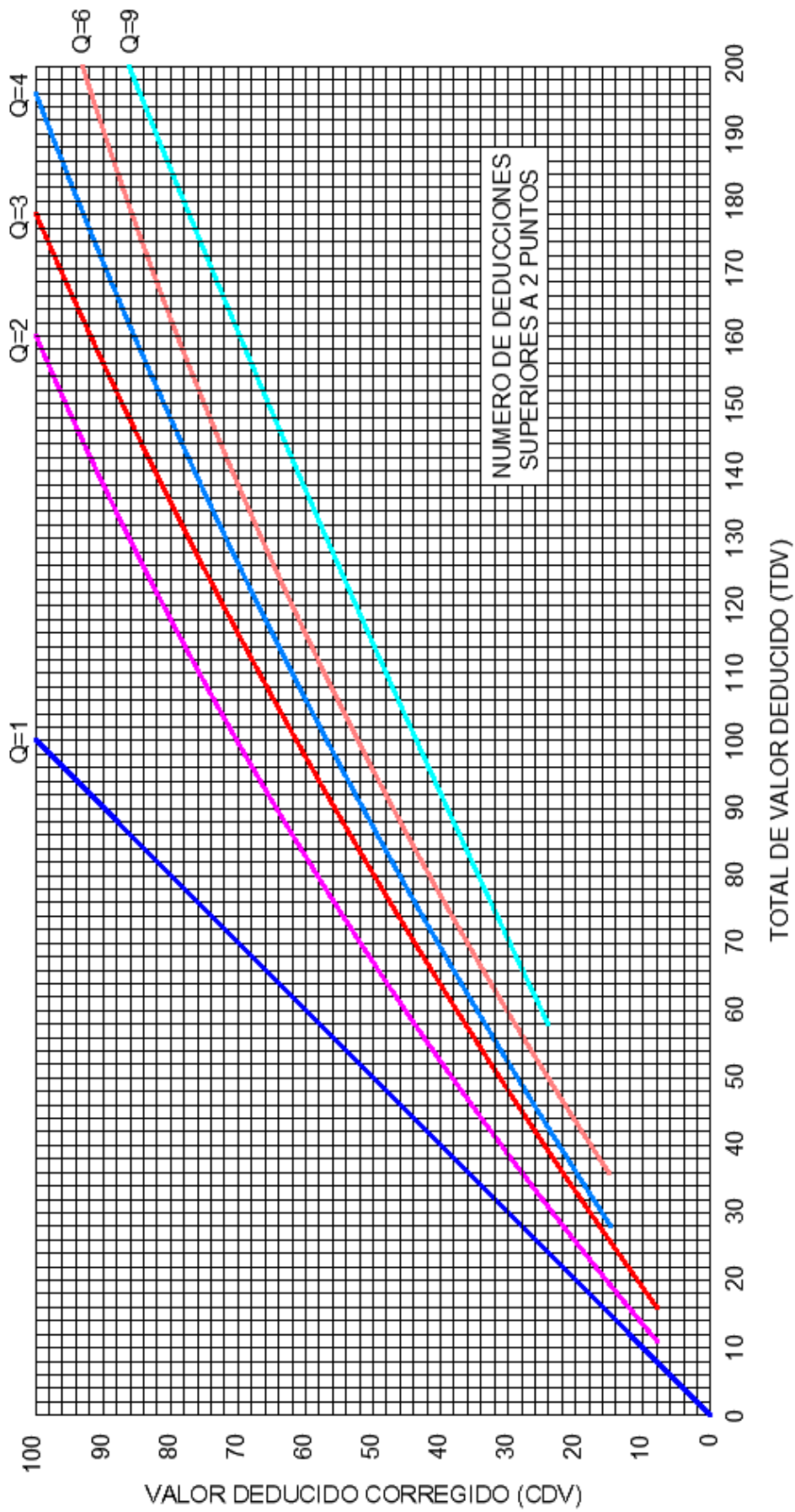


Figura 32. Ábaco para determinar el valor deducido corregido (CDV)

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

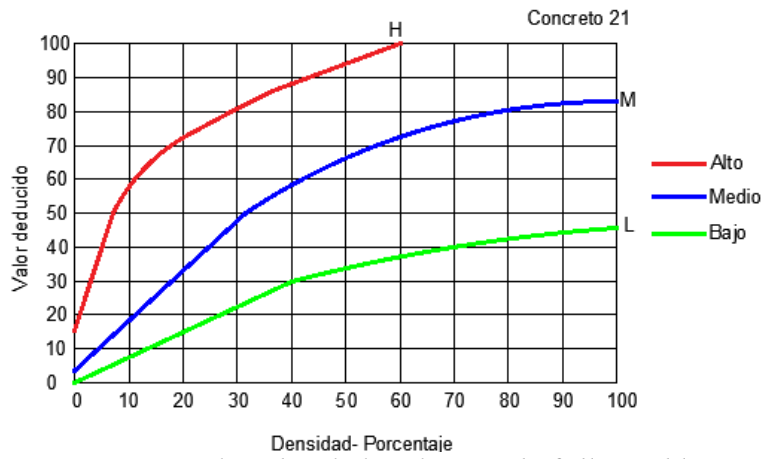


Figura 33. Curvas de valor deducido para la falla 21-blowup-bukling

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

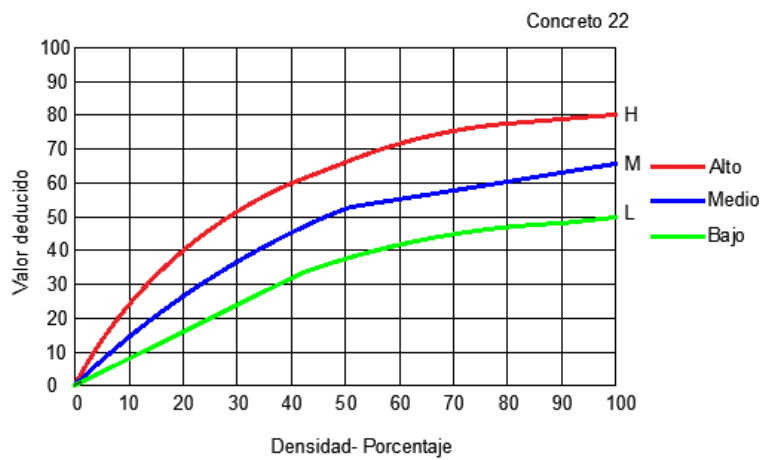


Figura 34. Curvas de valor deducido para la falla 22 – grieta de esquina

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

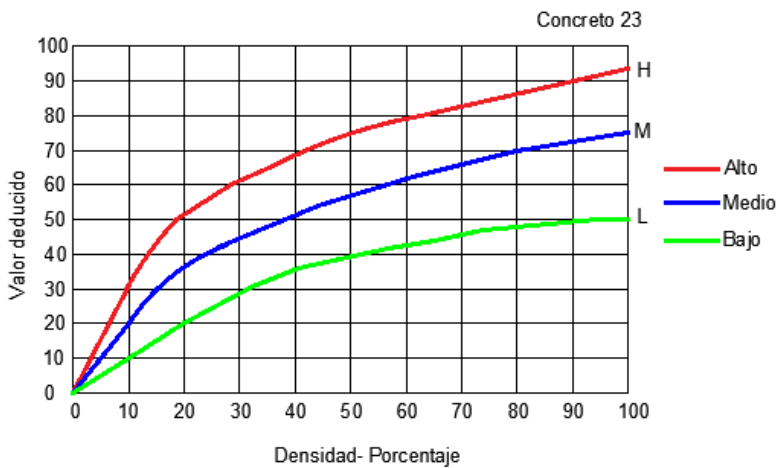


Figura 35. Curvas de valor deducido para la falla 23 – losa dividida.

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

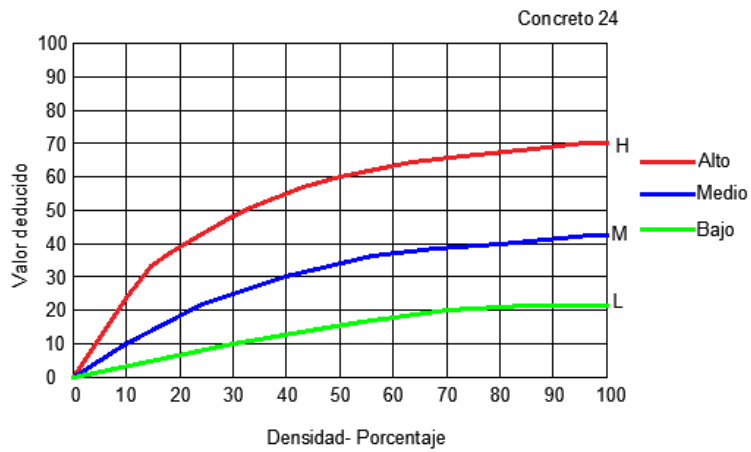


Figura 36. Curvas de valor deducido, falla 24 – grieta de durabilidad “D”

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

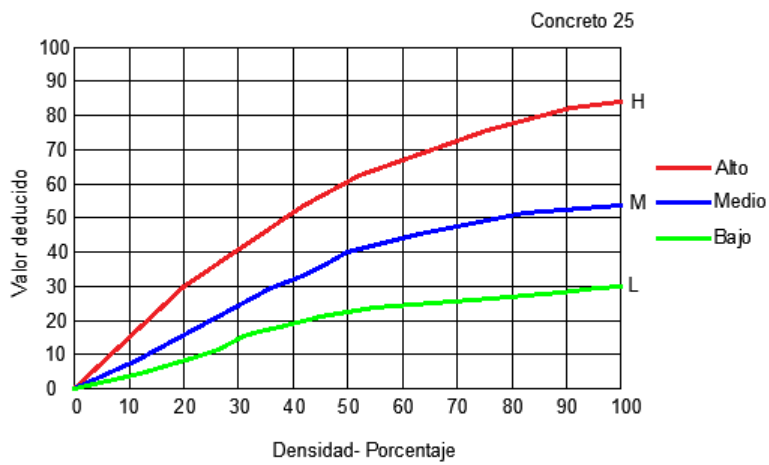


Figura 37. Curvas de valor deducido para la falla 25 – escala.

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

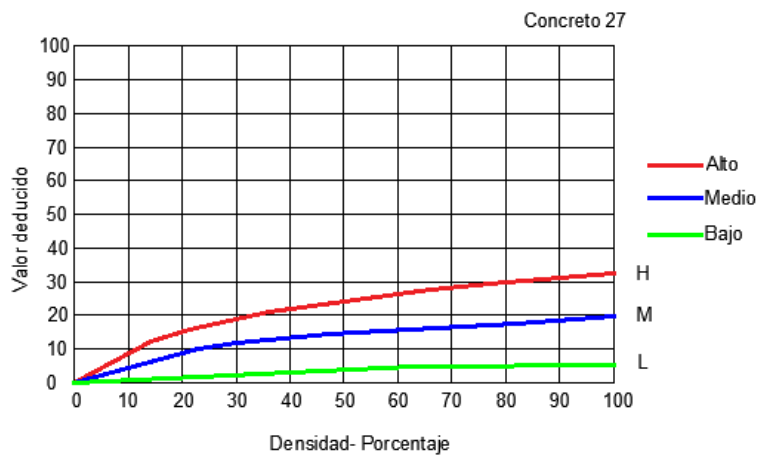


Figura 38. Curvas de valor deducido para la falla 27 – desnivel carril / berma

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

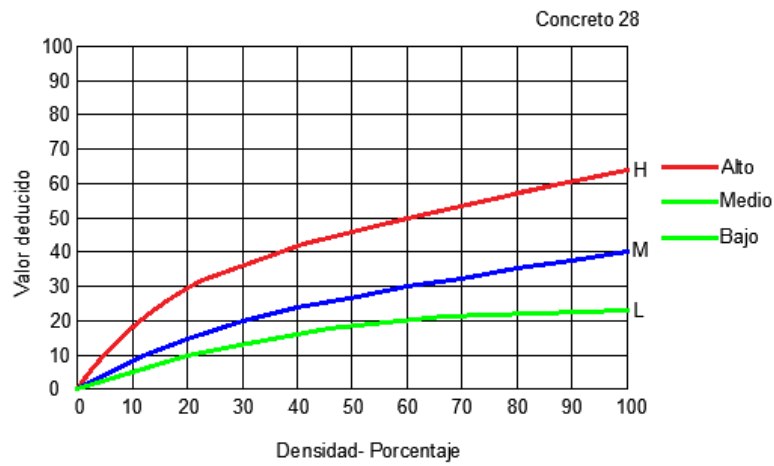


Figura 39. Curvas de valor deducido para la falla 28 – grietas lineales

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

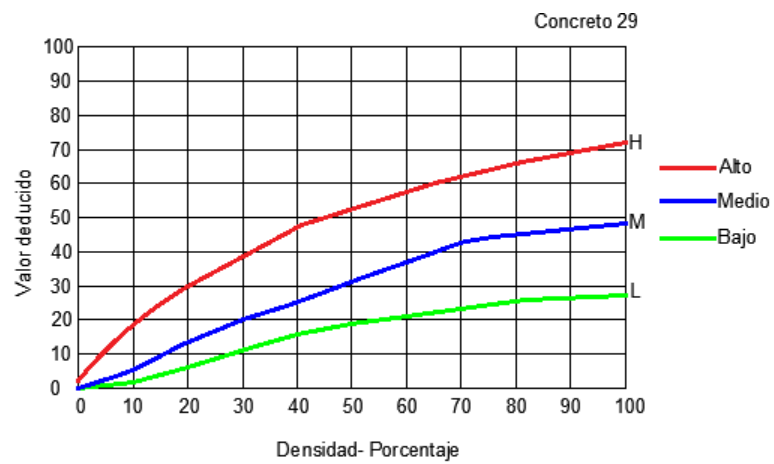


Figura 40. Curvas de valor deducido, falla 29 – parcheo grande (>0.45 m2)

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

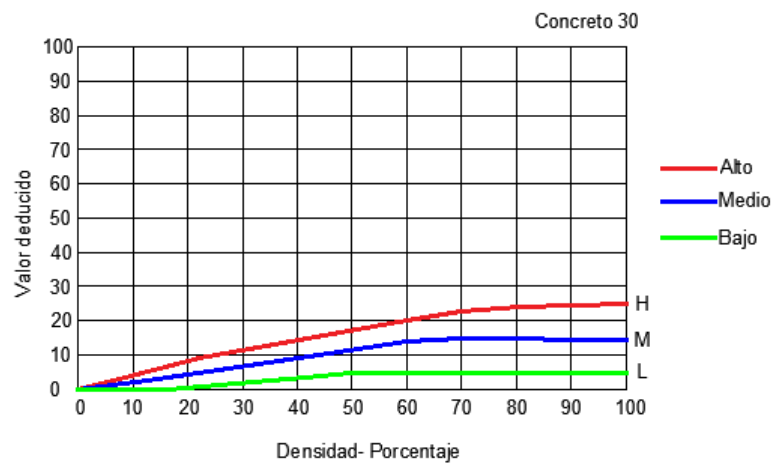


Figura 41. Curvas de valor deducido, falla 30 – parcheo pequeño (<0.45 m2)

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

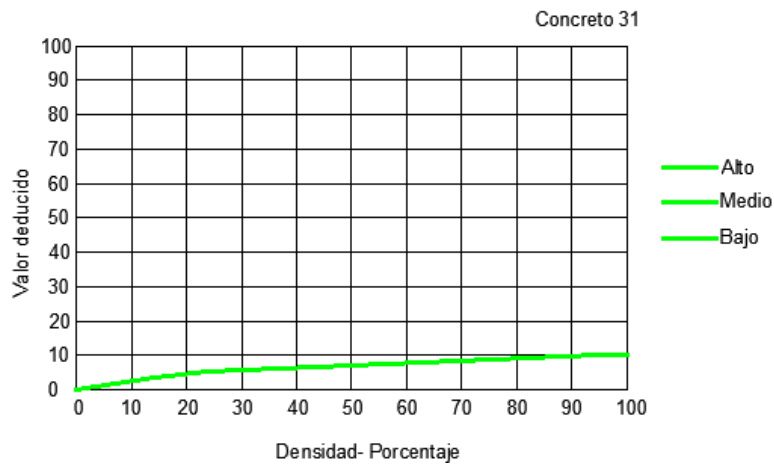


Figura 42. Curvas de valor deducido para la falla 31 – pulimento de agregados

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

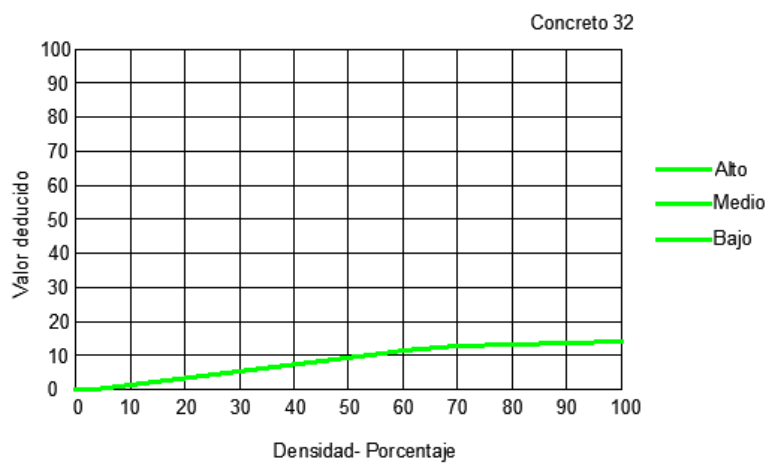


Figura 43. Curvas de valor deducido para la falla 32 - popouts

Fuente: Adaptado de Vásquez, 2002.

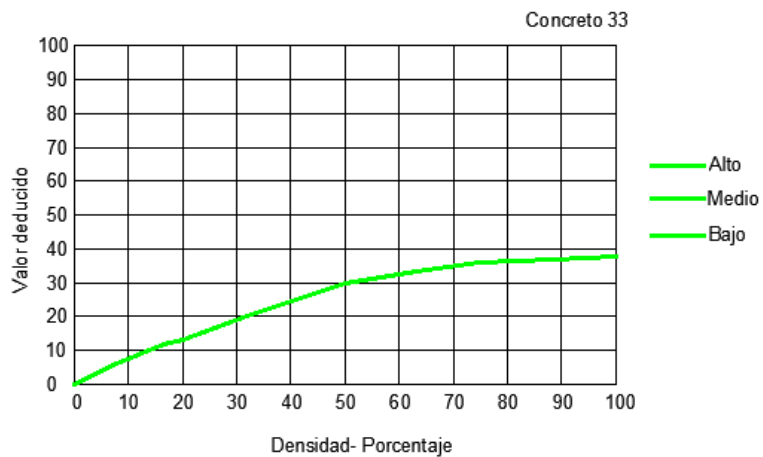


Figura 44. Curvas de valor deducido para la falla 33 - bombeo

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

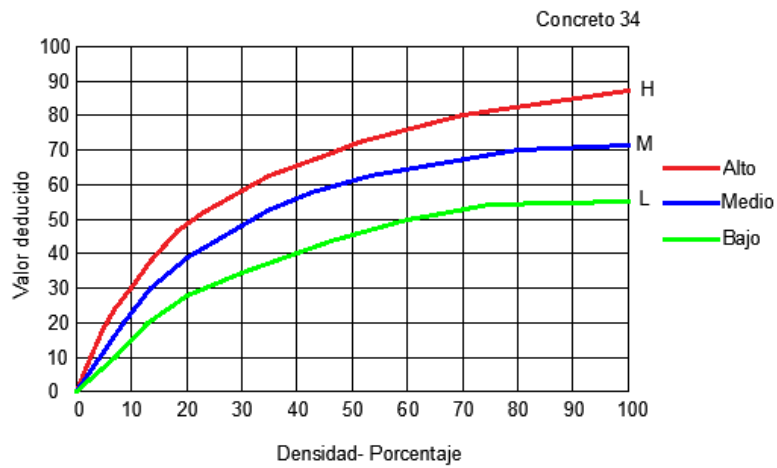


Figura 45. Curvas de valor deducido para la falla 34 - punzonamiento

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

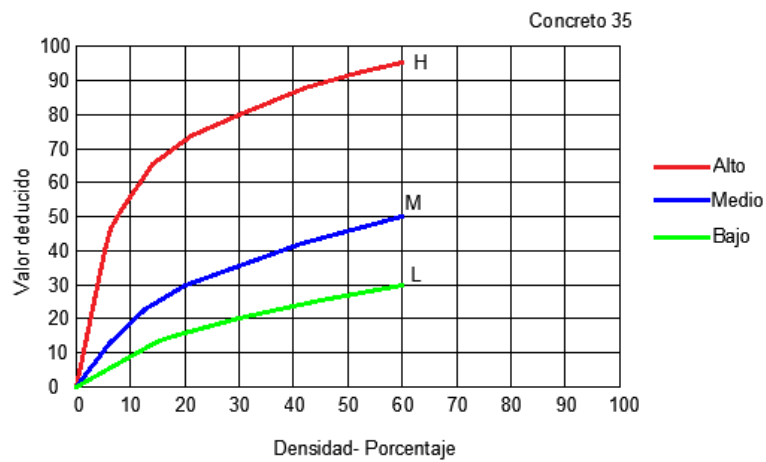


Figura 46. Curvas de valor deducido para la falla 35 - cruce de vía férrea

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

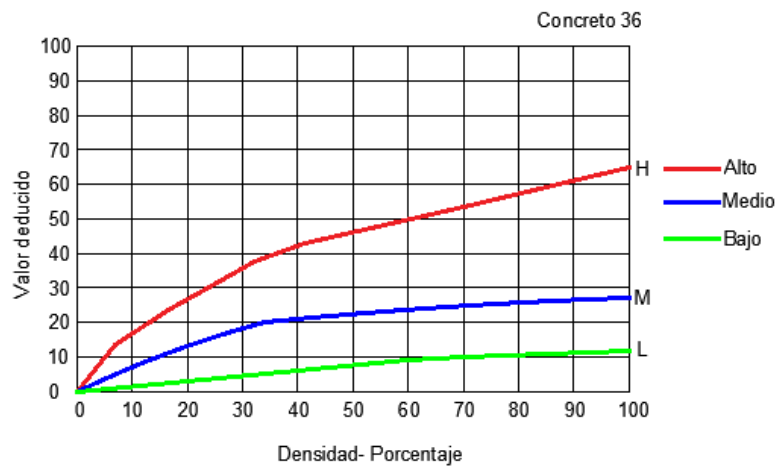


Figura 47. Curvas de valor deducido para la falla 36 - craquelado

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

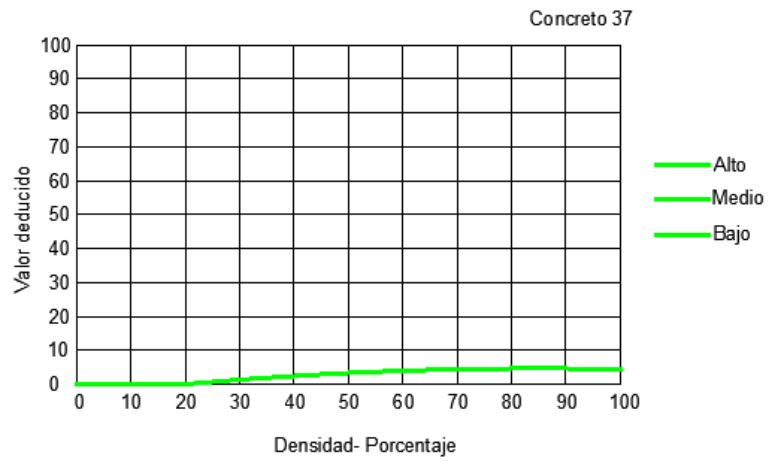


Figura 48. Curvas de valor deducido para la falla 37 – grietas de retracción

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

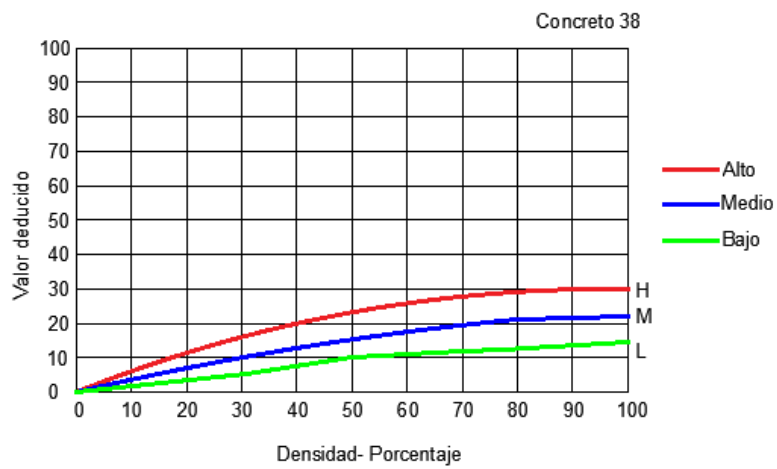


Figura 49. Curvas de valor deducido, falla 38 – descaramiento de esquina

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

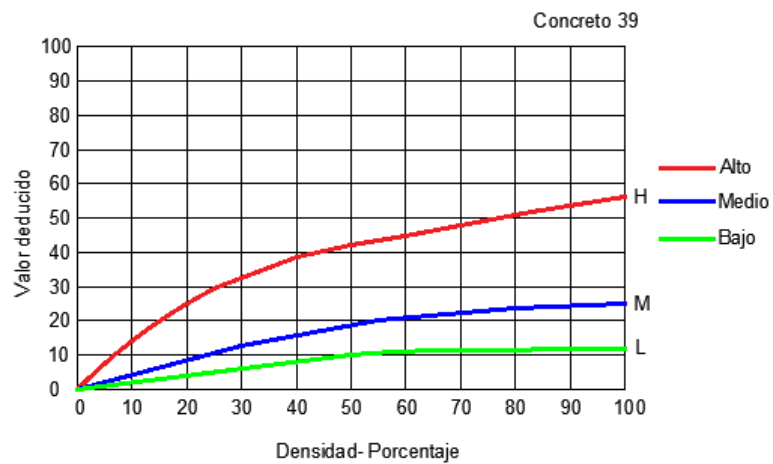


Figura 50. Curvas de valor deducido para la falla 39 – descaramiento de junta

Fuente: Adaptado de Vásquez 2002.

**ANEXO 02: REGISTRO DE PATOLOGÍAS DE LAS UNIDADES DE MUESTRA
DE LA ZONA DE ESTUDIO**

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 48. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-1

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
Nº	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	19	9	5	33	3	20
2	19	9	2	30	2	24
3	19	2	2	23	1	22.7

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 24$$

$$\text{PCI} = 76$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um1** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 50. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-2

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	19	14	9	9	5	2	58	6	28
2	19	14	9	9	5	2	58	5	31
3	19	14	9	9	2	2	55	4	32
4	19	14	9	2	2	2	48	3	30
5	19	14	2	2	2	2	41	2	32.5
6	19	2	2	2	2	2	29	1	28

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 32.5$$

$$\text{PCI} = 67.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um2** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 18$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 18) = 8.53$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 52. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-3

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	18	15	9	8	8	2	60	6	30
2	18	15	9	8	8	2	60	5	32
3	18	15	9	8	2	2	54	4	31
4	18	15	9	2	2	2	48	3	30.5
5	18	15	2	2	2	2	41	2	31.8
6	18	2	2	2	2	2	28	1	28

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 32$$

$$\text{PCI} = 68$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um3** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

➤ **Cálculo para la unidad de muestra 04.**

Etapa 1. Toma de datos.

Tabla 53. Registro de fallas de la um-4

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO									
JIRÓN		UNIDAD DE MUESTREO		NIVEL DE SEVERIDAD					
ALFONSO UGARTE		4		L: BAJA					
CUADRA		NÚMERO DE LOSAS		M: MEDIO					
C-2		20		H: ALTA					
INSPECCIONADA POR		FECHA							
VERA SÁNCHEZ, Wilmer		25/09/2020							
TIPOS DE DAÑO					ESQUEMA				
N°		N°			22L				
21	Blow up / buckling	31	Pulimento de agregados	29L		28L	29L		10
22	Grieta de esquina	32	Popouts				22L		
23	Losa dividida	33	Bombeo	29L			29L		9
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento		26L				
25	Escala	35	Cruce de vía férrea	29L			29L		8
26	Sello de junta	36	Desconchamiento						
27	Desnivel carril / berma	37	Retracción	29M			29L		7
28	Grieta lineal	38	Descaramiento de esquina						
29	Parcheo (grande)	39	Descaramiento de junta	29L			29L		6
30	Parcheo (pequeño)								
Daño	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor deducido					
22	L	3	15	11					
22	M	1	5	8	29L			29L	
26	L	2	10						
28	L	3	15	7				22L	
28	M	1	5	4	29M	28L		29L	5
29	L	14	70	21		26L			
29	M	3	15	9					
29	H	1	5	1	29L			29M	4
30	M	2	10	2					
34	H	1	5	20				30M	
					29L			29H	3
					28L				
					31L		29L	28L	2
					29L				
					30M				
					22M	28M		34H	1
					C1	C2			

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 21$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 21) = 8.26$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 54. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-4

Índice de condición del pavimento											
Obtención del máximo valor deducido corregido											
N°	Valores deducidos								Total	Q	CDV
1	21	20	11	9	8	7	4	2	82	8	37.5
2	21	20	11	9	8	7	4	2	82	7	39
3	21	20	11	9	8	7	2	2	80	6	41
4	21	20	11	9	8	2	2	2	75	5	41.5
5	21	20	11	9	2	2	2	2	69	4	40
6	21	20	11	2	2	2	2	2	62	3	40
7	21	20	2	2	2	2	2	2	53	2	42
8	21	2	2	2	2	2	2	2	35	1	35

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 42$$

$$\text{PCI} = 58$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um4** nos indica que su estado de conservación es bueno.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 35$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 35) = 6.97$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 56. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-5

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	35	28	27	18	8	2	118	6	61
2	35	28	27	18	8	2	118	5	63
3	35	28	27	18	2	2	112	4	64
4	35	28	27	2	2	2	96	3	60
5	35	28	2	2	2	2	71	2	52
6	35	2	2	2	2	2	45	1	44

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 64$$

$$\text{PCI} = 36$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um5** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 25$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 25) = 7.89$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 58. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-6

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	25	20	20	19.5	9	8	7	108.5	7	51
2	25	20	20	19.5	9	8	2	103.5	6	53
3	25	20	20	19.5	9	2	2	97.5	5	52
4	25	20	20	19.5	2	2	2	90.5	4	51
5	25	20	20	2	2	2	2	73	3	47
6	25	20	2	2	2	2	2	55	2	42
7	25	2	2	2	2	2	2	37	1	36

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 53$$

$$\text{PCI} = 47$$

Estado = regular

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um6** nos indica que su estado de conservación es **regular**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 25$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 25) = 7.89$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 60. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-7

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	25	20.5	20	20	17	10	5	117.5	7	57
2	25	20.5	20	20	17	10	2	114.5	6	60.5
3	25	20.5	20	20	17	2	2	106.5	5	56.5
4	25	20.5	20	20	2	2	2	91.5	4	52
5	25	20.5	20	2	2	2	2	73.5	3	46.5
6	25	20.5	2	2	2	2	2	55.5	2	42
7	25	2	2	2	2	2	2	37	1	40

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 60.5$$

$$\text{PCI} = 39.5$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um7** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 28$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 28) = 7.61$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 62. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-8

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	28	26	25	19.5	19	10	10	137.5	7	66
2	28	26	25	19.5	19	10	2	129.5	6	66
3	28	26	25	19.5	10	2	2	112.5	5	60
4	28	26	25	19.5	2	2	2	104.5	4	59
5	28	26	25	2	2	2	2	87	3	55
6	28	26	2	2	2	2	2	64	2	48
7	28	2	2	2	2	2	2	40	1	39

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 66$$

$$\text{PCI} = 34$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um8** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 25$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 25) = 7.89$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 64. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-9

Índice de condición del pavimento											
Obtención del máximo valor deducido corregido											
N°	Valores deducidos								Total	Q	CDV
1	25	23	20	12	12	11	10	8.9	121.9	8	57.5
2	25	23	20	12	12	11	10	2	115	7	56
3	25	23	20	12	12	11	2	2	107	6	54
4	25	23	20	12	12	2	2	2	98	5	53
5	25	23	20	12	2	2	2	2	88	4	50
6	25	23	20	2	2	2	2	2	78	3	50
7	25	23	2	2	2	2	2	2	60	2	46
8	25	2	2	2	2	2	2	2	39	1	38

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 57.5$$

$$\text{PCI} = 42.5$$

Estado = regular

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um9** nos indica que su estado de conservación es **regular**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 22$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 22) = 8.16$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 66. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-10

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	22	20	20	16	15	14	107	6	55
2	22	20	20	16	15	2	95	5	50
3	22	20	20	16	2	2	82	4	48
4	22	20	20	2	2	2	68	3	44
5	22	20	2	2	2	2	50	2	39
6	22	2	2	2	2	2	32	1	32

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 55$$

$$\text{PCI} = 45$$

Estado = regular

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um10** nos indica que su estado de conservación es **regular**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 30$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 30) = 7.43$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 68. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-11

Índice de condición del pavimento												
Obtención del máximo valor deducido corregido												
N°	Valores deducidos								Total	Q	CDV	
1	30	22	19.5	19.5	14	13	10	4.3	132.3	8	60	
2	30	22	19.5	19.5	14	13	10	2	130	7	64	
3	30	22	19.5	19.5	14	13	2	2	122	6	62	
4	30	22	19.5	19.5	14	2	2	2	111	5	55	
5	30	22	19.5	19.5	2	2	2	2	99	4	57	
6	30	22	19.5	2	2	2	2	2	81.5	3	52	
7	30	22	2	2	2	2	2	2	64	2	49	
8	30	2	2	2	2	2	2	2	44	1	45	

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 64$$

$$\text{PCI} = 36$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um11** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 37$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 37) = 6.79$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 70. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-12

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	37	22	18	16	13	10	7.9	123.9	7	61
2	37	22	18	16	13	10	2	118	6	63
3	37	22	18	16	13	2	2	110	5	60
4	37	22	18	16	2	2	2	99	4	58
5	37	22	18	2	2	2	2	85	3	57
6	37	22	2	2	2	2	2	69	2	55
7	37	2	2	2	2	2	2	49	1	52

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 63$$

$$\text{PCI} = 37$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um12** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 30$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 30) = 7.43$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 72. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-13

Índice de condición del pavimento											
Obtención del máximo valor deducido corregido											
N°	Valores deducidos								Total	Q	CDV
1	30	29	28	20	20	16	14	4.3	161.3	8	74
2	30	29	28	20	20	16	14	2	159	7	76.5
3	30	29	28	20	20	16	2	2	147	6	73
4	30	29	28	20	20	2	2	2	133	5	71
5	30	29	28	20	2	2	2	2	115	4	70
6	30	29	28	2	2	2	2	2	97	3	68
7	30	29	2	2	2	2	2	2	71	2	52
8	30	2	2	2	2	2	2	2	44	1	44

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 76.5$$

$$\text{PCI} = 26.5$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um13** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 39$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 39) = 6.60$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 74. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-14

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	39	22	20	18	14	8	2	123	7	60
2	39	22	20	18	14	8	2	123	6	64
3	39	22	20	18	14	2	2	117	5	65
4	39	22	20	18	2	2	2	105	4	60
5	39	22	20	2	2	2	2	89	3	56
6	39	22	2	2	2	2	2	71	2	52
7	39	2	2	2	2	2	2	51	1	52

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 65$$

$$\text{PCI} = 35$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um14** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 37.5$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 37.5) = 6.74$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 76. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-15

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	37.5	36	26	20	9	7	4.44	139.94	7	68
2	37.5	36	26	20	9	7	2	137.5	6	70.5
3	37.5	36	26	20	9	2	2	132.5	5	71
4	37.5	36	26	20	2	2	2	125.5	4	70.5
5	37.5	36	26	2	2	2	2	107.5	3	71
6	37.5	36	2	2	2	2	2	83.5	2	61
7	37.5	2	2	2	2	2	2	49.5	1	60

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 71$$

$$\text{PCI} = 29$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um15** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 38$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 38) = 6.69$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 78. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-16

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	38	30.5	19.5	8	4	4	2	106	7	53
2	38	30.5	19.5	8	4	4	2	106	6	55
3	38	30.5	19.5	8	4	2	2	104	5	57.5
4	38	30.5	19.5	8	2	2	2	102	4	58.5
5	38	30.5	19.5	2	2	2	2	96	3	61
6	38	30.5	2	2	2	2	2	78.5	2	56
7	38	2	2	2	2	2	2	50	1	50

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 61$$

$$\text{PCI} = 39$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um16** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 40$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 40) = 6.51$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 80. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-17

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	40	38.5	30	17	5	130.5	5	70.5
2	40	38.5	30	17	2	127.5	4	71
3	40	38.5	30	2	2	112.5	3	70
4	40	38.5	2	2	2	84.5	2	60
5	40	2	2	2	2	48	1	48

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 70.5$$

$$\text{PCI} = 29.5$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um17** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

➤ **Cálculo para la unidad de muestra 18**

Etapa 1. Toma de datos.

Tabla 81. Registro de fallas de la um-18

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
JIRÓN		UNIDAD DE MUESTREO		NIVEL DE SEVERIDAD	
ALFONSO UGARTE		18			
CUADRA		NÚMERO DE LOSAS			
C-5		20		L: BAJA	
INSPECCIONADA POR		FECHA		M: MEDIO	
VERA SÁNCHEZ, Wilmer		24/10/2020		H: ALTA	
TIPOS DE DAÑO				ESQUEMA	
N°		N°			
21	Blow up / buckling	31	Pulimento de agregados	29H	
22	Grieta de esquina	32	Popouts	28M	29M
23	Losa dividida	33	Bombeo	31M	28M
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	28M 31M	29L
25	Escala	35	Cruce de vía férrea		
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		
27	Desnivel carril / berma	37	Retracción	28M	34H
28	Grieta lineal	38	Descaramiento de esquina	31M 29H	
29	Parqueo (grande)	39	Descaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)			28M	29M
				28M	28M
Daño	Severidad	N° losas	Densidad (%)	31M 29H	31M
22	M	4	20		
27	L	3	15	31M 29L	31M
28	M	16	80		28M
29	L	4	20		
29	M	3	15	28M 29L	22M
29	H	3	15	31M	28M 27L
31	M	12	60		31M
34	H	2	10	29M 28M	22M
					34H 27L
					31M
				28M 29L	22M 28M
					31M 27L
				28M 29L	
					28M
				29H	
				28M	28M
					22M
				C1	C2

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 36.5$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 36.5) = 6.83$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 82. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-18

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	36.5	35	30	18	10	8.5	5.81	143.81	7	70
2	36.5	35	30	18	10	8.5	2	140	6	71
3	36.5	35	30	18	10	2	2	133.5	5	72.5
4	36.5	35	30	18	2	2	2	125.5	4	70
5	36.5	35	30	2	2	2	2	109.5	3	68
6	36.5	35	2	2	2	2	2	81.5	2	60
7	36.5	2	2	2	2	2	2	48.5	1	50

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 72.5$$

$$\text{PCI} = 27.5$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um18** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 45$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 45) = 6.05$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 84. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-19

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	45	39.7	28	21	20.5	13	4.5	171.7	7	83
2	45	39.7	28	21	20.5	13	2	169.2	6	83.5
3	45	39.7	28	21	20.5	2	2	158.2	5	82
4	45	39.7	28	21	2	2	2	139.7	4	84
5	45	39.7	28	2	2	2	2	120.7	3	76
6	45	39.7	2	2	2	2	2	94.7	2	66
7	45	2	2	2	2	2	2	57	1	58

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 84$$

$$\text{PCI} = 16$$

Estado = muy malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um19** nos indica que su estado de conservación es **muy malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 30$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 30) = 7.43$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 86. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-20

Índice de condición del pavimento											
Obtención del máximo valor deducido corregido											
N°	Valores deducidos								Total	Q	CDV
1	30	20	19	16	10	10	10	3.44	118.44	8	58
2	30	20	19	16	10	10	10	2	117	7	60.5
3	30	20	19	16	10	10	2	2	109	6	52
4	30	20	19	16	10	2	2	2	101	5	54
5	30	20	19	16	2	2	2	2	93	4	55
6	30	20	19	2	2	2	2	2	79	3	50
7	30	20	2	2	2	2	2	2	62	2	46
8	30	2	2	2	2	2	2	2	44	1	44

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 60.5$$

$$\text{PCI} = 39.5$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um20** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 39$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 39) = 6.60$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 88. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-21

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	39	31	30	22	21	19	7.2	169.2	7	82
2	39	31	30	22	21	19	2	164	6	81
3	39	31	30	22	21	2	2	147	5	83
4	39	31	30	22	2	2	2	128	4	78
5	39	31	30	2	2	2	2	108	3	68
6	39	31	2	2	2	2	2	80	2	58
7	39	2	2	2	2	2	2	51	1	52

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 83$$

$$\text{PCI} = 17$$

Estado = muy malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um21** nos indica que su estado de conservación es **muy malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 65$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 65) = 4.21$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 90. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-22

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°		Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	65	44	38	33	6.3	186.3	5	90
2	65	44	38	33	2	182	4	94
3	65	44	38	2	2	151	3	88
4	65	44	2	2	2	115	2	78
5	65	2	2	2	2	73	1	72

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 94$$

$$\text{PCI} = 6$$

Estado = fallado

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um22** nos indica que su estado de conservación es **fallado**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 49.5$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 49.5) = 5.64$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 92. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-23

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	49.5	26	20.5	19.5	18	8.96	142.46	6	73
2	49.5	26	20.5	19.5	18	2	135.5	5	74
3	49.5	26	20.5	19.5	2	2	119.5	4	75
4	49.5	26	20.5	2	2	2	102	3	70
5	49.5	26	2	2	2	2	83.5	2	60
6	49.5	2	2	2	2	2	59.5	1	61

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Max CDV} = 74$$

$$\text{PCI} = 26$$

Estado = malo

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um23** nos indica que su estado de conservación es **malo**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 21$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 21) = 8.26$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 94. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-24

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	21	15	10	9	9	2	66	6	33
2	21	15	10	9	9	2	66	5	36
3	21	15	10	9	2	2	59	4	35
4	21	15	10	2	2	2	52	3	34
5	21	20	2	2	2	2	49	2	38
6	21	2	2	2	2	2	31	1	30

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 38$$

$$\text{PCI} = 62$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um24** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 18$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 18) = 8.53$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 96. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-25

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	18	11	3	32	3	21
2	18	11	2	31	2	25
3	18	2	2	22	1	22

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 25$$

$$\text{PCI} = 75$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um25** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 17$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 17) = 8.62$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 98. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-26

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	17	14	9	8.5	4	2	54.5	6	28
2	17	14	9	8.5	4	2	54.5	5	30
3	17	14	9	8.5	2	2	52.5	4	33
4	17	14	9	2	2	2	46	3	30
5	17	14	2	2	2	2	39	2	32
6	17	2	2	2	2	2	27	1	27

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 33$$

$$\text{PCI} = 67$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um26** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 18$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 18) = 8.53$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 100. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-27

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	18	8	2	28	3	17
2	18	8	2	28	2	22
3	18	2	2	22	1	23

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 23$$

$$\text{PCI} = 77$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um27** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19.5$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19.5) = 8.39$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 102. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-28

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	19.5	10	6	35.5	3	22
2	19.5	10	2	31.5	2	24
3	19.5	2	2	23.5	1	22

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 24$$

$$\text{PCI} = 76$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um28** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 22$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 22) = 8.16$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 104. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-29

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	22	10.5	6	4	42.5	4	24
2	22	10.5	6	2	40.5	3	27
3	22	10.5	2	2	36.5	2	30.5
4	22	2	2	2	28	1	28

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 30.5$$

$$\text{PCI} = 69.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um29** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 20$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20) = 8.35$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 106. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-30

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	20	5	4	29	3	18
2	20	5	2	27	2	22
3	20	2	2	24	1	24

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 24$$

$$\text{PCI} = 76$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um30** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 20$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20) = 8.35$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 108. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-31

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	20	9	9	9	7	4	58	6	28
2	20	9	9	9	7	2	56	5	30
3	20	9	9	9	2	2	51	4	33
4	20	9	9	2	2	2	44	3	32
5	20	9	2	2	2	2	37	2	30
6	20	2	2	2	2	2	30	1	30

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 33$$

$$\text{PCI} = 67$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um31** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 18$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 18) = 8.53$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 110. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-32

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	18	9.5	9	9	4	49.5	5	30
2	18	9.5	9	9	2	47.5	4	30.5
3	18	9.5	9	2	2	40.5	3	26
4	18	9.5	2	2	2	33.5	2	28
5	18	2	2	2	2	26	1	26

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 30.5$$

$$\text{PCI} = 69.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um32** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 30$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 30) = 7.43$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 112. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-33

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	30	14	9	7	5	4	69	6	34
2	30	14	9	7	5	2	67	5	37
3	30	14	9	7	2	2	64	4	37.5
4	30	14	9	2	2	2	59	3	38
5	30	14	2	2	2	2	52	2	41
6	30	2	2	2	2	2	40	1	40

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Max CDV} = 41$$

$$\text{PCI} = 59$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um33** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 20$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20) = 8.35$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 114. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-34

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°		Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	20	18	14	12	5	5	74	6	38
2	20	18	14	12	5	2	71	5	40
3	20	18	14	12	2	2	68	4	40.5
4	20	18	14	2	2	2	58	3	38
5	20	18	2	2	2	2	46	2	36
6	20	2	2	2	2	2	30	1	29

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 40.5$$

$$\text{PCI} = 59.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um34** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 23$$

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

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 116. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-35

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	23	14	10	9.5	2	58.5	5	29
2	23	14	10	9.5	2	58.5	4	34
3	23	14	10	2	2	51	3	32
4	23	14	2	2	2	43	2	34
5	23	2	2	2	2	31	1	31

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 34$$

$$\text{PCI} = 66$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um35** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 29$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 29) = 7.52$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 118. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-36

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	29	18	4	3	54	4	31
2	29	18	4	2	53	3	34
3	29	18	2	2	51	2	41
4	29	2	2	2	35	1	35

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Max CDV} = 41$$

$$\text{PCI} = 59$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um36** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 28$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 28) = 7.61$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 120. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-37

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	28	10	9.5	6	4	57.5	5	32
2	28	10	9.5	6	2	55.5	4	32
3	28	10	9.5	2	2	51.5	3	34
4	28	10	2	2	2	44	2	35
5	28	2	2	2	2	36	1	35.5

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 35.5$$

$$\text{PCI} = 64.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um37** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 23$$

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

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 122. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-38

Índice de condición del pavimento										
Obtención del máximo valor deducido corregido										
N°	Valores deducidos							Total	Q	CDV
1	23	19.5	14	13	11	7	2	89.5	7	41
2	23	19.5	14	13	11	7	2	89.5	6	46
3	23	19.5	14	13	11	2	2	84.5	5	46.5
4	23	19.5	14	13	2	2	2	75.5	4	44
5	23	19.5	14	2	2	2	2	64.5	3	42
6	23	19.5	2	2	2	2	2	52.5	2	41
7	23	2	2	2	2	2	2	35	1	34

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 46.5$$

$$\text{PCI} = 53.5$$

Estado = regular

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um38** nos indica que su estado de conservación es **regular**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 20$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20) = 8.35$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 124. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-39

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	20	11	10.5	6	47.5	4	27
2	20	11	10.5	2	43.5	3	28
3	20	11	2	2	35	2	27
4	20	2	2	2	26	1	26

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 28$$

$$\text{PCI} = 72$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um39** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 14$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 14) = 8.90$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 126. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-40

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	14	10	9	5	4	42	5	22
2	14	10	9	5	2	40	4	23
3	14	10	9	2	2	37	3	24
4	14	10	2	2	2	30	2	25
5	14	2	2	2	2	22	1	22

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Max CDV} = 25$$

$$\text{PCI} = 75$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um40** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 128. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-41

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	19	13.5	6	3	41.5	4	24
2	19	13.5	6	2	40.5	3	26
3	19	13.5	2	2	36.5	2	30.5
4	19	2	2	2	25	1	25

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 30.5$$

$$\text{PCI} = 69.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um41** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

➤ **Cálculo para la unidad de muestra 42**

Etapa 1. Toma de datos.

Tabla 129. Registro de fallas de la um-42

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO CARRETERAS CON SUPERFICIE DE CONCRETO HIDRÁULICO EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
JIRÓN		UNIDAD DE MUESTREO		NIVEL DE SEVERIDAD L: BAJA M: MEDIO H: ALTA	
ALFONSO UGARTE		42			
CUADRA		NÚMERO DE LOSAS			
C-13		20			
INSPECCIONADA POR		FECHA			
VERA SÁNCHEZ, Wilmer		23/12/2020			
TIPOS DE DAÑO				ESQUEMA	
N°		N°			
21	Blow up / buckling	31	Pulimento de agregados	29L 28L	31L 10
22	Grieta de esquina	32	Popouts		
23	Losa dividida	33	Bombeo		
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento	37L 28L	31L 9
25	Escala	35	Cruce de vía férrea	29L	30L
26	Sello de junta	36	Desconchamiento		30L
27	Desnivel carril / berma	37	Retracción	29L 28L	31L 8
28	Grieta lineal	38	Descaramiento de esquina	37L	
29	Parqueo (grande)	39	Descaramiento de junta		
30	Parqueo (pequeño)			29L 28L	31L 7
Daño	Severidad	N° losas	Densidad (%)	Valor deducido	
28	L	5	25	10.5	
29	L	10	50	19.5	
30	L	2	10	1	
31	L	6	30	7	
37	L	2	10	1	
				29L	5
				29L	4
				29L	3
				29L 31L	2
				29L 31L	1
				<i>C1</i>	<i>C2</i>

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19.5$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19.5) = 8.39$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 130. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-42

Índice de condición del pavimento						
Obtención del máximo valor deducido corregido						
N°	Valores deducidos			Total	Q	CDV
1	19.5	10.5	7	37	3	23
2	19.5	10.5	2	32	2	26
3	19.5	2	2	23.5	1	24

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 26$$

$$\text{PCI} = 74$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um42** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 27$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 27) = 7.70$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 132. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-43

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	27	16	10	10	8	71	5	38
2	27	16	10	10	2	65	4	37
3	27	16	10	2	2	57	3	36
4	27	16	2	2	2	49	2	38
5	27	2	2	2	2	35	1	34

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 38$$

$$\text{PCI} = 62$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um43** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 134. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-44

Índice de condición del pavimento							
Obtención del máximo valor deducido corregido							
N°	Valores deducidos				Total	Q	CDV
1	19	8	5	3	35	4	20
2	19	8	5	2	34	3	21
3	19	8	2	2	31	2	25
4	19	2	2	2	25	1	26

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 26$$

$$\text{PCI} = 74$$

Estado = muy bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um44** nos indica que su estado de conservación es **muy bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 19$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 19) = 8.44$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 136. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-45

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	19	14	6	5	4.5	4	52.5	6	26
2	19	14	6	5	4.5	2	50.5	5	27
3	19	14	6	5	2	2	48	4	28
4	19	14	6	2	2	2	45	3	29
5	19	14	2	2	2	2	41	2	32.5
6	19	2	2	2	2	2	29	1	30

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 32.5$$

$$\text{PCI} = 67.5$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um45** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 20$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 20) = 8.35$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 138. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-46

Índice de condición del pavimento									
Obtención del máximo valor deducido corregido									
N°	Valores deducidos						Total	Q	CDV
1	20	12	11	9	7	4	63	6	31
2	20	12	11	9	7	2	61	5	33
3	20	12	11	9	2	2	56	4	32
4	20	12	11	2	2	2	49	3	31
5	20	12	2	2	2	2	40	2	32
6	20	2	2	2	2	2	30	1	30

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 33$$

$$\text{PCI} = 67$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um46** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

Etapa 2. Ajuste del número de valores deducidos “m”

Aplicamos la ecuación (3)

$$HDVI = 29$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 29) = 7.52$$

Etapa 3. Cálculo del máximo valor deducido corregido.

Tabla 140. Cálculo de máximo valor deducido corregido para la um-47

Índice de condición del pavimento								
Obtención del máximo valor deducido corregido								
N°	Valores deducidos					Total	Q	CDV
1	29	18	9	9	8	73	5	40
2	29	18	9	9	2	67	4	39
3	29	18	9	2	2	60	3	40
4	29	18	2	2	2	53	2	42
5	29	2	2	2	2	37	1	37

Etapa 4. Cálculo del PCI restando de 100 el máximo CVD.

$$\text{Máx. CDV} = 42$$

$$\text{PCI} = 58$$

Estado = bueno

Calculado el PCI de dicha muestra, la unidad de muestreo **um47** nos indica que su estado de conservación es **bueno**.

**ANEXO 03: FOTOGRAFÍAS DE FALLAS Y LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



Figura 51. Falla de escala ubicada en la um-03.



Figura 52. Falla de parche grande encontrada en la um-03.



Figura 53. Falla de punzonamiento de alta severidad en la um-11



Figura 54. Falla de grieta lineal de alta severidad ubicada en la um-14



Figura 55. Falla de grieta de esquina de severidad media ubicada en la um-19



Figura 56. Descaramiento de esquina de severidad leve ubicada en la um-27



Figura 57. Levantamiento topográfico, desde la estación 01.



Figura 58. Toma de datos, coordenadas de BM1.



Figura 59. Levantamiento topográfico, toma de datos cuadra 05.



Figura 60. Monumentación de BM, para cambio de estación.



Figura 61. Levantamiento topográfico, cruce con Jr. Arcomayo.



Figura 62. Toma de datos para determinar el índice de tráfico.

ANEXO 04: DATOS DE CONTEO VEHICULAR

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: LUNES FECHA: 15-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	375	79	84	68	16	2	-	3	8	7	6	1	649	6.16
07-08	402	63	105	79	21	-	2	-	7	6	8	2	695	6.59
08-09	386	81	96	70	13	1	1	-	10	9	4	1	672	6.38
09-10	448	107	147	78	26	-	1	-	14	7	3	-	831	7.88
10-11	425	114	156	65	19	1	2	1	16	4	4	2	809	7.68
11-12	423	98	135	74	21	-	3	-	13	7	2	2	778	7.38
12-13	432	133	141	63	24	2	4	-	14	3	3	-	819	7.77
13-14	416	114	126	77	23	3	5	-	17	4	4	1	790	7.50
14-15	397	102	129	69	29	2	3	2	12	8	3	2	758	7.19
15-16	405	82	135	64	16	-	4	-	15	3	2	3	729	6.92
16-17	414	102	98	71	17	-	2	-	9	4	1	-	718	6.81
17-18	423	97	116	74	21	2	4	1	13	5	-	3	759	7.20
18-19	391	99	128	109	27	-	1	-	15	3	2	-	775	7.35
19-20	386	84	135	116	16	2	1	-	12	4	1	-	757	7.18
TOTAL	5,723	1,355	1,731	1,077	289	15	33	7	175	74	43	17	10,539	100.00
%	54.30	12.86	16.42	10.22	2.74	0.14	0.31	0.07	1.66	0.70	0.41	0.16	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: MARTES FECHA: 16-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	365	79	81	71	15	1	1	1	7	4	3	1	629	6.10
07-08	371	84	93	64	17	-	2	-	9	6	3	-	649	6.29
08-09	392	79	99	67	14	2	1	1	12	6	3	2	678	6.57
09-10	427	116	152	71	29	3	2	2	17	6	2	2	829	8.04
10-11	432	96	136	73	16	2	2	1	11	6	4	2	781	7.57
11-12	413	101	121	65	12	1	1	-	16	4	3	1	738	7.16
12-13	446	116	139	82	25	2	-	-	12	8	5	1	836	8.11
13-14	396	92	113	67	17	1	3	1	12	7	2	1	712	6.90
14-15	402	97	116	74	25	1	4	1	10	9	1	2	742	7.19
15-16	391	86	129	63	13	-	2	-	12	2	3	1	702	6.81
16-17	408	105	96	74	13	-	3	-	8	3	2	1	713	6.91
17-18	426	102	117	81	19	1	3	1	9	7	1	2	769	7.46
18-19	391	99	128	109	27	-	1	-	15	3	2	-	775	7.51
19-20	382	87	129	119	21	1	2	-	13	3	2	1	760	7.37
TOTAL	5,642	1,339	1,649	1,080	263	15	27	8	163	74	36	17	10,313	100.00
%	54.71	12.98	15.99	10.47	2.55	0.15	0.26	0.08	1.58	0.72	0.35	0.16	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: MIÉRCOLES FECHA: 17-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	377	82	85	64	12	2	2	1	6	5	2	3	641	6.18
07-08	358	82	99	58	21	-	3	-	12	9	4	-	646	6.23
08-09	394	86	91	74	12	2	2	-	12	10	2	2	687	6.63
09-10	429	121	136	83	23	-	3	-	16	6	2	1	820	7.91
10-11	443	103	127	69	14	-	3	-	16	3	3	1	782	7.54
11-12	437	94	125	59	14	-	2	-	7	6	1	-	745	7.18
12-13	452	105	125	91	20	-	2	1	10	7	3	2	818	7.89
13-14	405	87	121	74	12	1	2	1	17	8	1	-	729	7.03
14-15	413	101	94	65	21	1	3	2	14	5	-	3	722	6.96
15-16	401	92	116	56	12	-	1	-	9	2	1	3	693	6.68
16-17	418	112	91	59	16	-	1	-	12	5	1	1	716	6.91
17-18	414	115	126	73	12	2	2	1	14	6	1	1	767	7.40
18-19	422	99	116	115	32	2	1	-	10	8	2	-	807	7.78
19-20	395	96	133	124	26	1	1	-	12	5	3	-	796	7.68
TOTAL	5,758	1,375	1,585	1,064	247	11	28	6	167	85	26	17	10,369	100.00
%	55.53	13.26	15.29	10.26	2.38	0.11	0.27	0.06	1.61	0.82	0.25	0.16	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: JUEVES FECHA: 18-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	346	68	92	60	12	-	-	-	9	4	4	1	596	5.71
07-08	386	75	113	76	24	-	1	-	12	5	9	-	701	6.71
08-09	377	87	109	75	9	3	2	-	11	12	5	-	690	6.61
09-10	434	121	159	78	21	-	-	-	13	6	2	4	838	8.03
10-11	442	113	153	64	24	2	3	1	15	5	3	3	828	7.93
11-12	408	101	128	75	30	-	1	-	12	5	4	1	765	7.33
12-13	439	145	125	60	22	-	3	-	15	4	1	-	814	7.80
13-14	422	123	122	65	23	3	4	-	14	2	2	2	782	7.49
14-15	388	87	116	69	27	1	4	3	9	9	5	-	718	6.88
15-16	410	89	127	68	14	-	2	-	12	3	1	3	729	6.98
16-17	402	104	101	77	15	-	3	-	6	4	-	5	717	6.87
17-18	423	107	106	74	24	1	3	-	11	6	-	-	755	7.23
18-19	405	92	133	99	27	-	1	-	13	2	2	-	774	7.41
19-20	368	81	122	121	18	2	-	-	14	5	3	-	734	7.03
TOTAL	5,650	1,393	1,706	1,061	290	12	27	4	166	72	41	19	10,441	100.00
%	54.11	13.34	16.34	10.16	2.78	0.11	0.26	0.04	1.59	0.69	0.39	0.18	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: VIERNES FECHA: 19-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYLER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	382	71	96	74	17	-	-	-	12	1	4	-	657	6.33
07-08	345	85	99	77	17	-	3	-	14	5	1	-	646	6.22
08-09	340	84	104	72	15	3	-	-	11	9	3	-	641	6.18
09-10	445	129	156	65	32	-	-	1	15	6	-	3	852	8.21
10-11	439	78	123	64	21	2	2	-	9	9	5	-	752	7.24
11-12	426	107	135	70	15	-	1	-	14	5	2	2	777	7.49
12-13	444	112	144	89	23	3	-	2	17	6	7	2	849	8.18
13-14	402	83	121	73	15	1	-	1	9	7	1	-	713	6.87
14-15	391	89	98	63	27	-	5	4	12	11	1	3	704	6.78
15-16	382	94	117	70	18	-	3	-	11	3	1	-	699	6.73
16-17	401	102	123	59	15	-	-	-	13	1	3	3	720	6.94
17-18	437	111	122	89	16	2	3	-	6	6	3	2	797	7.68
18-19	390	100	133	124	25	-	4	-	16	4	4	-	800	7.71
19-20	372	104	145	106	20	3	2	-	15	2	3	1	773	7.45
TOTAL	5,596	1,349	1,716	1,095	276	14	23	8	174	75	38	16	10,380	100.00
%	53.91	13.00	16.53	10.55	2.66	0.13	0.22	0.08	1.68	0.72	0.37	0.15	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: SÁBADO FECHA: 20-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYLER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	354	80	75	72	9	-	-	-	8	1	-	4	603	5.83
07-08	368	67	114	66	16	-	4	-	10	7	3	-	655	6.33
08-09	404	93	93	68	13	-	1	-	9	13	-	1	695	6.72
09-10	425	132	162	84	20	-	2	-	7	2	5	-	839	8.11
10-11	421	107	117	71	8	-	2	2	15	2	4	2	751	7.26
11-12	445	99	122	61	6	1	3	-	12	3	-	-	752	7.27
12-13	423	95	113	92	15	-	2	-	11	2	2	-	755	7.30
13-14	413	92	142	70	9	-	2	-	15	5	-	-	748	7.23
14-15	417	105	99	67	24	1	4	1	11	7	-	4	740	7.15
15-16	399	90	114	44	25	-	2	-	12	1	3	2	692	6.69
16-17	412	114	95	69	17	2	-	-	12	4	-	-	725	7.01
17-18	419	123	129	70	15	-	-	-	8	5	-	-	769	7.43
18-19	433	96	107	121	22	3	2	-	13	3	1	-	801	7.74
19-20	412	104	142	116	26	-	1	2	7	6	2	-	818	7.91
TOTAL	5,745	1,397	1,624	1,071	225	7	25	5	150	61	20	13	10,343	100.00
%	55.54	13.51	15.70	10.35	2.18	0.07	0.24	0.05	1.45	0.59	0.19	0.13	100.00	

CARRETERA: JR. ALFONSO UGARTE
 TRAMO: Km 0+00 - Km 1+475.75
 COD. ESTACIÓN: E - 1
 ESTACIÓN: EST. 01

UBICACIÓN: Km 0+053 JR. ALFONSO UGARTE
 SENTIDO: AMBOS
 DÍA: DOMINGO FECHA: 21-Nov-21

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMIÓN		SEMITRAYLER		TOTAL	PORC. %
				PICK UP	COMBI RURAL		2E	>=3E	2E	3E	2S1/2S2	2S3		
06-07	354	86	67	70	20	3	-	2	12	5	1	-	620	5.91
07-08	395	65	121	84	17	2	-	-	11	5	1	-	701	6.68
08-09	404	89	89	67	12	-	3	2	9	7	5	3	690	6.57
09-10	449	117	137	82	21	-	-	-	9	10	4	1	830	7.91
10-11	445	104	139	71	16	2	3	-	13	3	5	-	801	7.63
11-12	435	103	129	65	15	-	1	-	15	10	1	-	774	7.37
12-13	429	137	124	61	25	-	4	-	14	5	1	-	800	7.62
13-14	437	112	112	62	20	-	4	-	14	5	2	3	771	7.34
14-15	408	99	132	66	30	5	-	1	16	9	4	3	773	7.36
15-16	396	81	127	61	15	-	3	-	13	4	4	-	704	6.71
16-17	432	106	101	70	18	-	3	-	12	2	-	-	744	7.09
17-18	416	101	112	69	22	1	5	-	14	2	-	4	746	7.11
18-19	387	105	119	105	22	-	2	2	15	4	3	-	764	7.28
19-20	403	80	143	113	19	-	-	-	16	5	-	-	779	7.42
TOTAL	5,790	1,385	1,652	1,046	272	13	28	7	183	76	31	14	10,497	100.00
%	55.16	13.19	15.74	9.96	2.59	0.12	0.27	0.07	1.74	0.72	0.30	0.13	100.00	

ANEXO 05: DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

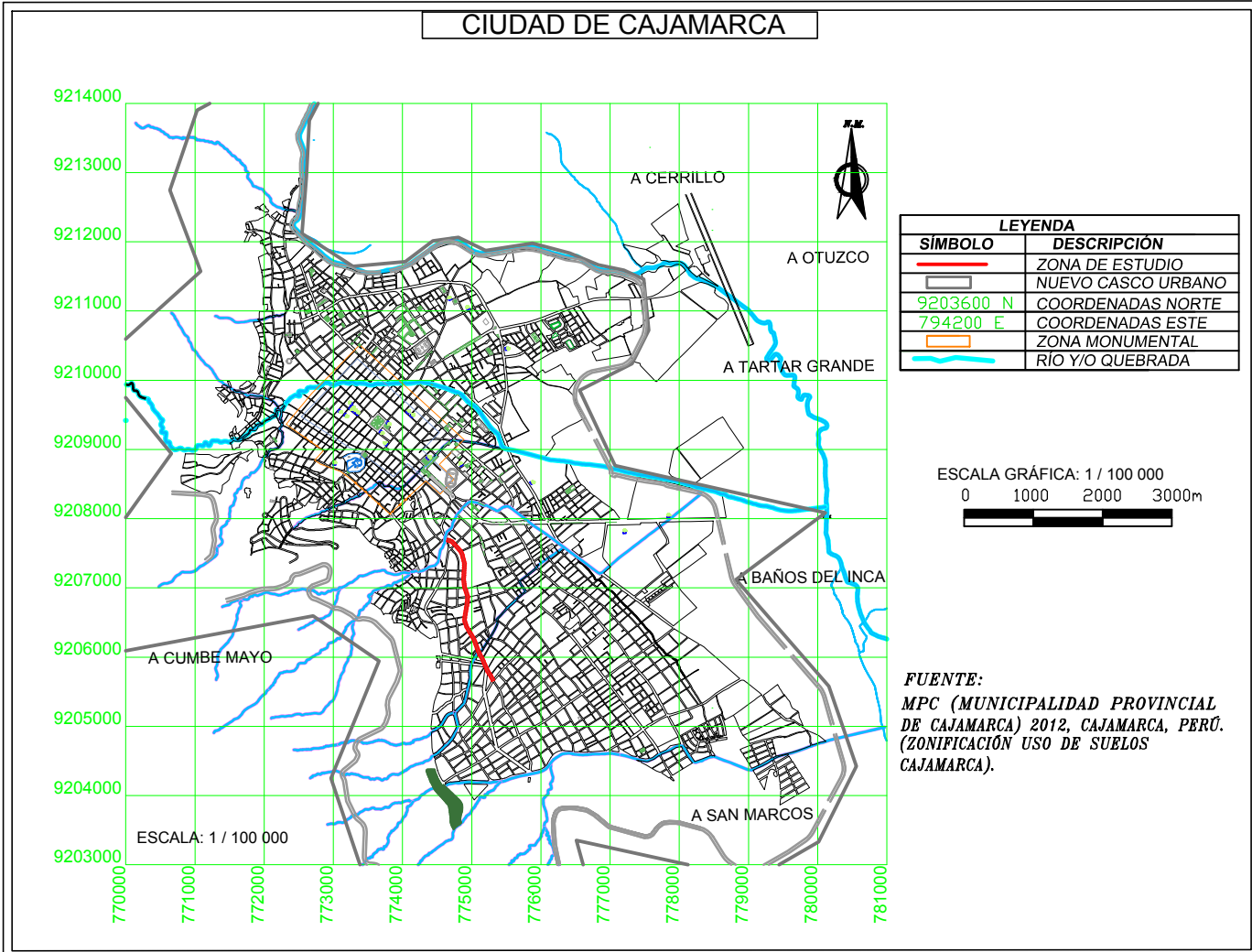
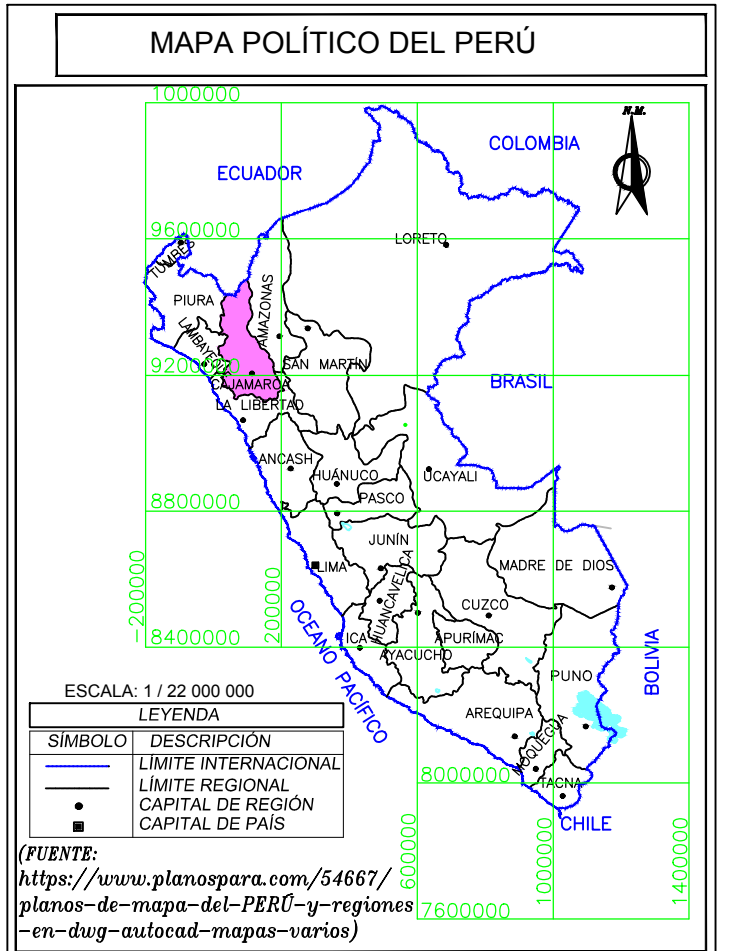
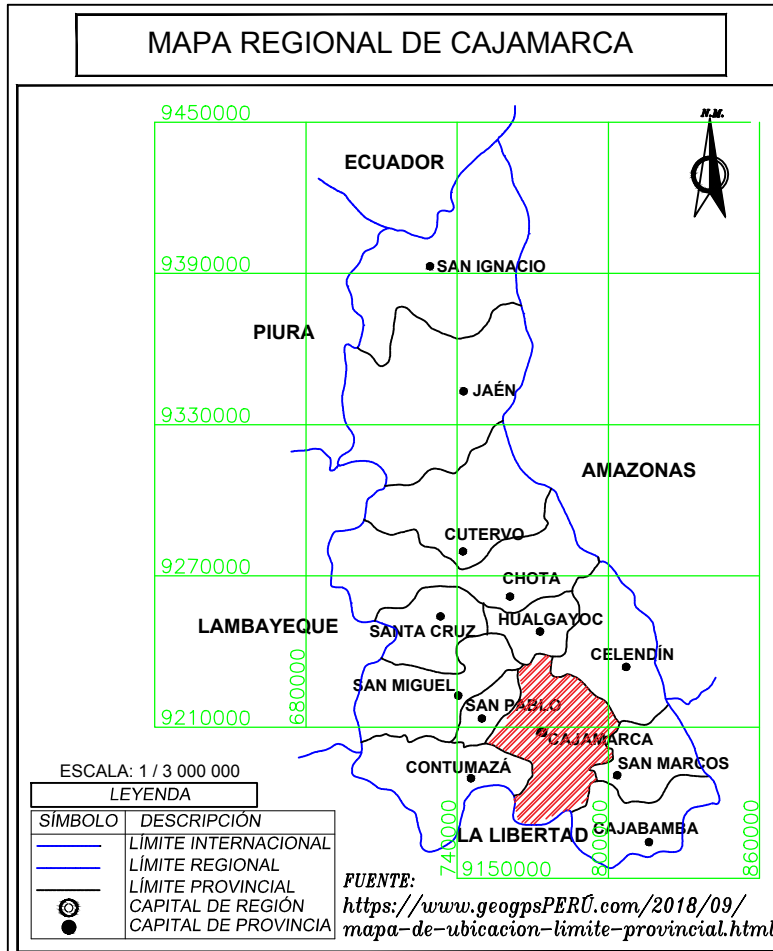
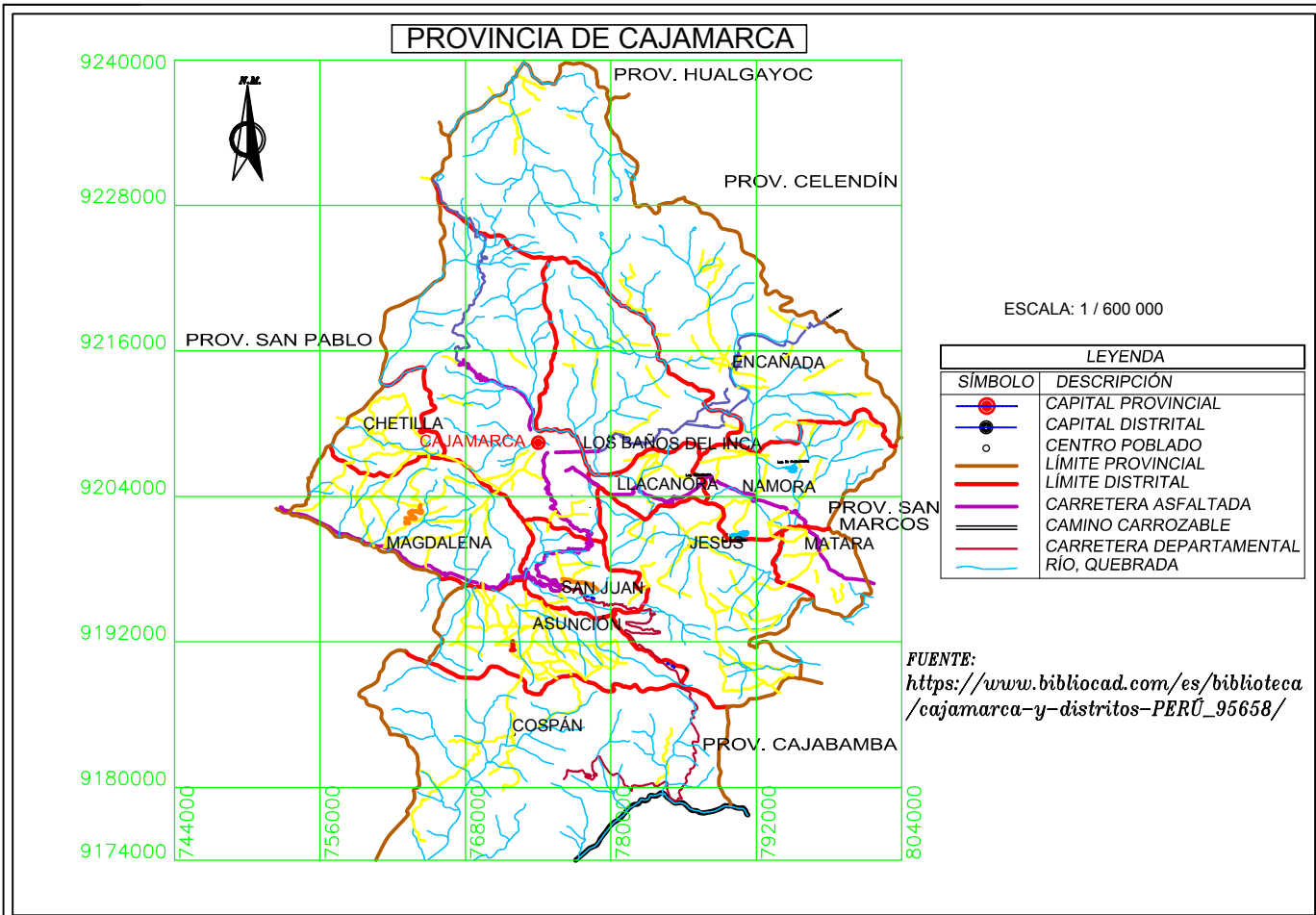
DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESC.	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESC.	N°	ESTE	NORTE	COTA	DESC.
1	774894.6	9207027.1	2750.7	E1	94	774996.2	9206879	2749.9	V	187	775027.1	9206632.7	2749.9	C
2	774845.7	9207034.9	2751.4	BM1	95	774997.4	9206879.6	2749.8	V	188	775022.9	9206632.1	2750	C
3	774845.8	9207034.1	2751.5	V	96	775007.5	9206879.3	2749.6	V	189	775021.4	9206589.5	2750.3	V
4	774847.4	9207043.2	2750.9	V	97	775006.4	9206878.9	2749.6	V	190	775022.6	9206589.7	2750.3	V
5	774847.8	9207044	2750.9	V	98	775006.2	9206878.8	2749.4	C	191	775036.5	9206589.1	2750.1	V
6	774847.6	9207042.4	2750.9	C	99	775006	9206878.8	2749.3	C	192	775035.3	9206589	2750.1	V
7	774847.8	9207042.6	2750.9	C	100	775005.8	9206878.7	2749.5	C	193	775035.1	9206588.8	2749.9	V
8	774846.7	9207034.8	2751.3	C	101	775002	9206878.9	2749.5	C	194	775032.7	9206588.4	2749.9	C
9	774848.3	9207037.9	2751	C	102	774997.5	9206879.6	2749.6	C	195	775029.5	9206588.8	2749.9	C
10	774875.2	9207035.4	2750.8	V	103	775012.9	9206863.9	2749.7	V	196	775022.7	9206589.9	2750.1	C
11	774874.9	9207034.3	2750.8	V	104	775011.5	9206863.8	2749.7	V	197	775025.1	9206590.3	2750	C
12	774874.9	9207034.2	2750.5	C	105	775002.5	9206860	2749.8	V	198	775026.7	9206576.2	2750.2	V
13	774874.7	9207026.9	2750.9	V	106	775003.8	9206860.3	2749.8	V	199	775027.8	9206576.6	2750.2	V
14	774874.9	9207027.8	2750.7	V	107	775011.3	9206863.8	2749.5	C	200	775039.3	9206572	2749.6	V
15	774875.3	9207027.5	2750.7	C	108	775011.2	9206863.8	2749.4	C	201	775037	9206571.9	2749.7	V
16	774874.9	9207034.2	2750.5	C	109	775011	9206863.7	2749.6	C	202	775036.9	9206572	2749.6	C
17	774874.8	9207033.8	2750.6	C	110	775008	9206861	2749.6	C	203	775033.7	9206571.3	2749.6	C
18	774875.9	9207031	2750.6	C	111	775003.9	9206860.4	2749.7	C	204	775028	9206576.6	2749.9	C
19	774889.6	9207017.5	2750.7	V	112	775008	9206843.8	2749.9	V	205	775044.1	9206562	2749.2	V
20	774890.1	9207018.3	2750.6	V	113	775009	9206844.2	2749.9	V	206	775042.1	9206561.4	2749.3	V
21	774894.5	9207028	2750.6	V	114	775018.9	9206847.1	2749.8	V	207	775031	9206559.5	2749.6	V
22	774894.2	9207027	2750.6	V	115	775017.5	9206846.8	2749.7	V	208	775032.1	9206559.8	2749.6	V
23	774894	9207026.9	2750.1	C	116	775016.7	9206846.6	2749.6	C	209	775032.3	9206559.7	2749.4	C
24	774893.8	9207026.5	2750.2	C	117	775016.8	9206846.6	2749.5	C	210	775042.1	9206561.3	2749.2	C
25	774890.2	9207018.4	2750.4	C	118	775013.3	9206844.8	2749.7	C	211	775040.6	9206560.6	2749.2	C
26	774890.2	9207018.4	2750.4	C	119	775009	9206844.1	2749.8	C	212	775038.2	9206559.3	2749.2	C
27	774891.4	9207022.3	2750.3	C	120	775023.1	9206830.7	2749.9	BM4	213	775033.2	9206560.1	2749.4	C
28	774899.4	9207009	2750.4	V	121	775015.3	9206829.2	2749.8	BM5	214	775057.7	9206526.7	2748.3	V
29	774899.9	9207009.7	2750.4	V	122	775024.7	9206769.4	2749.7	V	215	775055.6	9206526.2	2748.2	V
30	774906.6	9207015.7	2750	V	123	775010.6	9206829	2750	V	216	775041.3	9206520.3	2748.6	V
31	774906.8	9207015.6	2749.8	C	124	775011.9	9206829.2	2750	V	217	775042.3	9206520.6	2748.6	V
32	774906.3	9207015.3	2749.9	C	125	775023.2	9206831.2	2749.9	V	218	775042.4	9206520.7	2748.3	C
33	774903.2	9207012.6	2750	C	126	775021.5	9206830.4	2749.6	V	219	775046.8	9206523.1	2748.2	C
34	774899.9	9207009.8	2750.1	C	127	775021.3	9206830.4	2749.5	V	220	775050.7	9206524.2	2748.1	C
35	774913.2	9206994.9	2750.2	V	128	775020.9	9206830.3	2749.7	V	221	775055.6	9206526.1	2748	C
36	774914.1	9206995.4	2750.2	V	129	775016.9	9206829.5	2749.8	C	222	775054.7	9206524.7	2748	C
37	774919.9	9207002.1	2749.2	V	130	775012	9206829.1	2749.8	C	223	775046.9	9206517.6	2748.1	C
38	774920.1	9207002.9	2749.3	V	131	775026.1	9206816.7	2750	V	224	775048.6	9206518.2	2748.1	C
39	774919.4	9207002	2749.2	C	132	775024.8	9206816.8	2749.9	V	225	775060.1	9206518.1	2748	V
40	774919	9207001.5	2749.2	C	133	775011.7	9206814.2	2750.1	V	226	775058.3	9206517.4	2748	V
41	774917.5	9206997.4	2749.5	C	134	775013	9206814.3	2750.1	V	227	775058.2	9206517.3	2747.8	C
42	774914.1	9206995.5	2748.9	C	135	775013.1	9206814.2	2749.9	C	228	775053.7	9206516.2	2747.9	C
43	774929.3	9206993.2	2748.3	V	136	775018	9206814.9	2749.8	C	229	775063.1	9206504.9	2747.6	BM8
44	774929.8	9206993.8	2748.3	V	137	775023.9	9206817	2749.5	C	230	775059.3	9206503.4	2747.6	BM9
45	774923.5	9206983.8	2749.3	V	138	775023.7	9206817	2749.7	C	231	775054.6	9206426.9	2746.7	V
46	774924.5	9206985.1	2749.2	V	139	775012.1	9206753.1	2750.3	V	232	775063.1	9206502.9	2747.6	V
47	774929.5	9206992.7	2748.9	C	140	775013.4	9206752.8	2750.3	V	233	775061.5	9206503.3	2747.6	V
48	774929.6	9206992.7	2749.2	C	141	775026.5	9206754.8	2750.1	V	234	775048.6	9206500.8	2747.9	V
49	774929.5	9206992.6	2749	C	142	775024.8	9206755	2750	V	235	775049.4	9206500.8	2747.8	V
50	774927.8	9206988.4	2749.3	C	143	775024.6	9206755.1	2749.7	C	236	775049.4	9206500.8	2747.8	C
51	774924.5	9206985.2	2749.5	C	144	775024.2	9206755.1	2749.7	C	237	775055.4	9206501.9	2747.6	C
52	774953.6	9206952.2	2750.1	V	145	775019	9206753.4	2749.8	C	238	775059.8	9206502.5	2747.6	C
53	774954.4	9206953	2750.1	V	146	775013.5	9206752.6	2750	C	239	775064.7	9206493.1	2747.5	V
54	774959.4	9206960.6	2749.9	V	147	775012.2	9206742.9	2750.3	C	240	775063.5	9206493.3	2747.5	V
55	774959.9	9206961.1	2749.9	V	148	775014.1	9206742.7	2750.3	C	241	775062	9206493.4	2747.4	C
56	774959.4	9206960.5	2749.6	C	149	775012	9206704.8	2750.3	V	242	775051.8	9206490.8	2747.6	C
57	774959.4	9206960.4	2749.6	C	150	775014.1	9206705.6	2750.2	V	243	775056.6	9206491.4	2747.5	C
58	774959.3	9206960.3	2749.7	C	151	775026.6	9206703.8	2750.1	V	244	775063.5	9206471.5	2747.2	V
59	774954.4	9206953.1	2749.9	C	152	775025.5	9206704.4	2750.1	V	245	775062.4	9206471.4	2747.2	V
60	774956.9	9206957.6	2749.8	C	153	775024.7	9206704.3	2749.8	V	246	775061.5	9206471.4	2747.2	V
61	774976.3	9206930.3	2749.8	C	154	775024.5	9206704.3	2749.8	V	247	775051.2	9206467.2	2747.6	V
62	774981.6	9206938.5	2749.7	BM2	155	775022.5	9206704.7	2749.8	V	248	775052.4	9206467.6	2747.6	V
63	774999.1	9206900.8	2749.4	BM3	156	775018.8	9206705.3	2749.9	C	249	775052.4	9206467.7	2747.2	C
64	774981.9	9206939.3	2749.7	V	157	775014.3	9206705.6	2750	C	250	775057.2	9206469.1	2747.1	C
65	774981.1	9206938.7	2749.7	V	158	775013.3	9206673.2	2750.3	BM6	251	775061.4	9206470.9	2747.1	C
66	774976	9206929.6	2749.8	V	159	775016.3	9206673.6	2750	BM7	252	775060.9	9206444.3	2746.8	V
67	774977.4	9206929.6	2749.8	V	160	775023.7	9206597.1	2750.1	V	253	775060	9206444	2746.8	V
68	774977.4	9206929.7	2749.5	C	161	775012.4	9206673.4	2750.3	V	254	775059.6	9206444.2	2746.6	V
69	774981.1	9206938.7	2749.4	C	162	775014.1	9206673.3	2750.2	V	255	775058.6	9206444	2746.6	V
70	774980.7	9206938.3	2749.4	C	163	775027.1	9206672.7	2750.2	V	256	775048.2	9206440.7	2747.4	V
71	774980.5	9206938.1	2749.2	C	164	775025.9	9206672.5	2750.2	V	257	775049.2	9206440.6	2747.4	V
72	774980.2	9206937.9	2749.3	C	165	775024.7	9206672.6	2749.9	C	258	775049.3	9206440.6	2747	C
73	774976.4	9206936.7	2749.4	C	166	775022.7	9206672.7	2749.9	C	259	775054.1	9206443.2	2746.7	C
74	774977.2	9206930	2749.5	PO	167	775014.1	9206673.3	2750.1	C	260	775058.6	9206444	2746.5	C
75	774989.9	9206929.5	2749.3	V	168	775014.1	9206673.3	2750.1	C	261	775045.5	9206427.8	2747.3	V
76	774989	9206929.2	2749.3	V	169	775018.5	9206673.6	2749.9	C	262	775046.5	9206427.9	2747.3	V
77	774978.7	9206926.3	2749.8	V	170	775013.5	9206658.8	2750.6	V	263	775046.5	9206427.9	2747	C
78	774979.6	9206927	2749.7	V	171	775014.6	9206658.8	2750.6	V	264	775051.7	9206428.5	2746.7	C
79	774988.9	9206929.1	2749.1	C	172									

DATOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESC.	Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESC.	Nº	ESTE	NORTE	COTA	DESC.
280	775037.2	9206338.1	2747.4	C	373	775102.4	9206130.6	2746.8	C	467	775207.9	9205917.5	2754.4	V
280	775037.2	9206338.1	2747.4	C	374	775103.5	9206131.1	2746.7	C	468	775206.1	9205916.1	2754.5	V
281	775032.5	9206339.2	2747.6	C	375	775103.8	9206131.5	2746.7	C	469	775197	9205909.6	2754.6	V
282	775032.3	9206339.2	2747.8	V	376	775103.3	9206110	2747.5	V	470	775199.2	9205911.1	2754.4	V
283	775031.2	9206339.4	2747.8	V	377	775104.6	9206110.7	2747.5	V	471	775199.2	9205911.1	2754.3	C
284	775035	9206336.1	2746.6	BM10	378	775113.6	9206120.1	2747.2	V	472	775199.8	9205911	2754.3	C
285	775032.9	9206335.1	2746.6	BM11	379	775112.1	9206118.8	2747.2	V	473	775203.1	9205912.8	2754.4	C
286	775027.2	9206268.1	2746.4	V	380	775112.1	9206118.7	2747	C	474	775205.6	9205915.5	2754.3	C
287	775031.2	9206333.3	2746.8	V	381	775111.7	9206118.5	2747	C	475	775206.2	9205915.7	2754.3	C
288	775030.5	9206333.3	2746.8	V	382	775110.7	9206117.6	2747.1	C	476	775206	9205916	2754.1	C
289	775041.6	9206332.1	2746.6	V	383	775104.6	9206110.8	2747.3	C	477	775205.6	9205915.9	2754.2	C
290	775041.4	9206332.2	2746.3	C	384	775105.9	9206111.6	2747.3	C	478	775213.9	9205906.5	2754.5	V
291	775041.2	9206332.1	2746.4	C	385	775108.9	9206113.6	2747.2	C	479	775213.4	9205906.1	2754.5	V
292	775039.9	9206332.3	2746.5	C	386	775112.3	9206092.6	2747.9	V	480	775211.8	9205905.6	2754.5	V
293	775036.2	9206332.2	2746.5	C	387	775113.8	9206093.1	2747.9	V	481	775211.7	9205905.6	2754.4	C
294	775032.7	9206334.4	2746.6	C	388	775122.2	9206108.3	2747.4	V	482	775211.2	9205905.3	2754.4	C
295	775031.5	9206334.4	2746.7	C	389	775120.1	9206106.9	2747.4	V	483	775208.3	9205903	2754.6	C
296	775023.7	9206280.9	2746.7	V	390	775120	9206106.9	2747.3	C	484	775204.9	9205901.7	2754.6	C
297	775024.4	9206280.9	2746.7	V	391	775119.4	9206106.6	2747.3	C	485	775204.4	9205901.5	2754.5	C
298	775035.7	9206282.9	2746.4	V	392	775117.7	9206105.7	2747.4	C	486	775204.4	9205901.5	2754.5	AC
299	775034.5	9206282.4	2746.4	V	393	775114.7	9206103.7	2747.5	C	487	775204.2	9205901.5	2754.7	V
300	775034.4	9206282.5	2746.2	C	394	775111.8	9206101.4	2747.5	C	488	775202.2	9205901	2754.9	V
301	775034	9206282.8	2746.3	C	395	775115.2	9206093.6	2747.8	C	489	775246.1	9205845.2	2756.4	V
302	775024.4	9206280.8	2746.5	C	396	775114	9206093.2	2747.8	C	490	775244.5	9205844.8	2756.3	V
303	775026.3	9206280.9	2746.4	C	397	775118.9	9206094.1	2747.8	C	491	775242.2	9205843.9	2756.1	BM16
304	775030.1	9206281.3	2746.3	C	398	775122	9206096.3	2747.7	C	492	775241.5	9205841.3	2756.2	BM17
305	775036.4	9206266.5	2746.4	V	399	775123.4	9206097.1	2747.6	C	493	775276.7	9205757.8	2759	V
306	775035.4	9206266.4	2746.4	V	400	775123.9	9206097.3	2747.5	C	494	775247.7	9205841.7	2756.4	V
307	775026.3	9206263.1	2746.6	V	401	775123.9	9206097.3	2747.7	V	495	775246.5	9205840.3	2756.4	V
308	775027.4	9206263.5	2746.6	V	402	775126	9206098.5	2747.6	V	496	775244.5	9205840.4	2756.3	V
309	775027.5	9206263.4	2746.4	C	403	775132.9	9206077.8	2748.5	V	497	775233	9205837.5	2756.6	V
310	775028.5	9206263.7	2746.4	C	404	775132	9206077.4	2748.5	V	498	775235.2	9205840.2	2756.4	V
311	775031.8	9206264.3	2746.3	C	405	775121.3	9206070.9	2748.9	V	499	775235.2	9205840.2	2756.2	C
312	775035.3	9206266.5	2746.1	C	406	775132	9206077.4	2748.3	C	500	775235.8	9205840.4	2756.3	C
313	775035	9206266.4	2746.3	C	407	775131.5	9206077.1	2748.4	C	501	775239.3	9205841.5	2756.3	C
314	775037	9206222.8	2746.5	V	408	775130	9206076.8	2748.4	C	502	775243.9	9205841.2	2756.1	C
315	775038.1	9206223.2	2746.5	V	409	775122.7	9206071.6	2748.6	V	503	775243.4	9205841	2756.2	C
316	775050.5	9206226.7	2746.2	V	410	775122.6	9206071.6	2748.6	V	504	775237	9205827.3	2756.9	V
317	775049.4	9206226	2746.2	V	411	775126.9	9206074.8	2748.5	C	505	775238.5	9205827.3	2756.9	V
318	775049.3	9206225.9	2746	C	412	775122.6	9206071.6	2748.7	C	506	775252.7	9205832	2756.7	V
319	775049	9206225.8	2746.1	C	413	775123.9	9206072.5	2748.6	C	507	775249.5	9205830.4	2756.6	V
320	775047.6	9206225.5	2746.2	C	414	775131.5	9206046	2749.9	V	508	775249.3	9205830.4	2756.4	C
321	775044.2	9206224.2	2746.2	C	415	775132.9	9206046.7	2749.9	V	509	775248.9	9205830.2	2756.5	C
322	775038.2	9206223.2	2746.3	C	416	775144.3	9206050.8	2749.6	V	510	775238.4	9205827.3	2756.9	C
323	775040.5	9206223.9	2746.3	C	417	775143.1	9206050.5	2749.6	V	511	775245.3	9205829.3	2756.5	C
324	775050.9	9206195.7	2746.2	V	418	775143	9206050.6	2749.4	C	512	775241	9205827.8	2756.6	C
325	775051.7	9206196.2	2746.2	V	419	775142.5	9206050.5	2749.5	C	513	775241.9	9205828	2756.6	C
326	775062.2	9206200.8	2746.4	V	420	775141	9206049.9	2749.5	C	514	775260	9205812.3	2757.3	V
327	775060.9	9206201.7	2746.4	V	421	775137.7	9206048.5	2749.6	C	515	775259.2	9205811.1	2757.3	V
328	775060.8	9206201.8	2745.9	C	422	775132.8	9206046.8	2749.7	C	516	775248.4	9205806.6	2757.5	V
329	775060.8	9206201.8	2745.9	C	423	775133.7	9206047.1	2749.7	C	517	775250.6	9205806.9	2757.5	V
330	775060.4	9206201.6	2746	C	424	775146.7	9206044.7	2749.8	V	518	775250.6	9205806.8	2757.1	C
331	775060	9206201.2	2746.1	C	425	775145.5	9206044.4	2749.9	V	519	775252.2	9205807.7	2757.2	C
332	775056.7	9206199.7	2746.1	C	426	775160.1	9206013.6	2751.5	V	520	775255.7	9205808.5	2757.3	C
333	775050.8	9206195.8	2746.2	AL	427	775158.6	9206012.9	2751.5	V	521	775259.3	9205810.7	2757	C
334	775051.7	9206196.4	2746.2	AL	428	775158	9206009.2	2751.6	BM14	522	775258.9	9205810.2	2757.1	C
335	775053.8	9206197.4	2746.1	AL	429	775156.5	9206007.9	2751.6	BM15	523	775277.7	9205778	2758.5	V
336	775072.6	9206180.8	2746.3	V	430	775173.2	9205962.7	2754.3	V	524	775276.4	9205776.7	2758.5	V
337	775071.8	9206179.9	2746.2	V	431	775161.2	9206010.7	2751.6	V	525	775267.1	9205774	2758.8	V
338	775064.5	9206173.2	2746.3	V	432	775159.8	9206009.9	2751.7	V	526	775268.2	9205774.3	2758.7	V
339	775065.4	9206173.9	2746.3	V	433	775149.2	9206005	2752	V	527	775268.2	9205774.4	2758.2	C
340	775065.4	9206173.9	2746.1	C	434	775150.4	9206005.4	2751.9	V	528	775268.7	9205774.4	2758.5	C
341	775065.9	9206174.2	2746.1	C	435	775151.4	9206005.8	2751.7	C	529	775272.2	9205775.6	2758.5	C
342	775068.6	9206176.9	2746	C	436	775154.7	9206007.5	2751.6	C	530	775276.6	9205776.1	2758.3	C
343	775071.7	9206179.8	2746	C	437	775159.8	9206009.7	2751.5	C	531	775276.6	9205775.5	2758.4	C
344	775071.9	9206179.9	2746	C	438	775159.4	9206009.4	2751.6	C	532	775281.4	9205745.4	2759.9	V
345	775075.9	9206169.3	2746.1	BM12	439	775158.1	9206008.6	2751.7	C	533	775282.1	9205746	2759.8	V
346	775075.6	9206166.6	2746.1	BM13	440	775203.3	9205984.8	2752.2	V	534	775291.8	9205755	2759.6	V
347	775114.9	9206110.2	2747.2	V	441	775203.3	9205984.8	2752.2	PNT	535	775289	9205754.3	2759.5	V
348	775077.7	9206170.4	2746.3	V	442	775193.5	9205985.4	2752.4	PNT	536	775288.9	9205754.3	2759.3	C
349	775076.7	9206170	2746.2	V	443	775178.5	9205973.6	2754.4	PNT	537	775288.5	9205754	2759.3	C
350	775069.8	9206163.3	2746.4	V	444	775182.1	9205963.6	2754.3	PNT	538	775282.3	9205746.1	2759.5	C
351	775070.7	9206163.8	2746.4	V	445	775154.9	9205994.4	2752.6	V	539	775282.7	9205746.2	2759.5	C
352	775070.8	9206163.8	2746.2	C	446	775154.3	9205993.3	2752.6	V	540	775284.4	9205747.2	2759.6	C
353	775071.2	9206164.1	2746.2	C	447	775155.4	9205993.6	2752.5	C	541	775287.8	9205748.7	2759.7	C
354	775074.3	9206166.1	2746.1	C	448	775156.7	9205993.4	2752.5	C	542	775296.1	9205749.7	2759.7	V
355	775077.8	9206168.2	2746	C	449	775160.4	9205995.2	2752.5	C	543	775293.7	9205747.9	2759.7	V
356	775077.5	9206168	2746.1	C	450	775164.3	9205972.5	27						

ANEXO 06: PLANOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

FUENTE:
INDICADO EN CADA PLANO

PLANO:
UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO CIUDAD DE CAJAMARCA

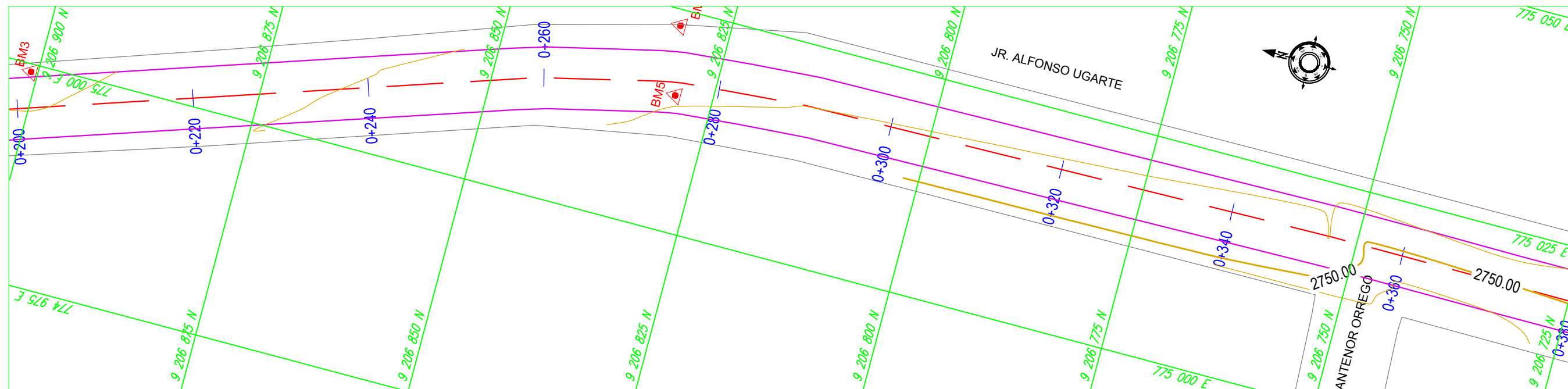
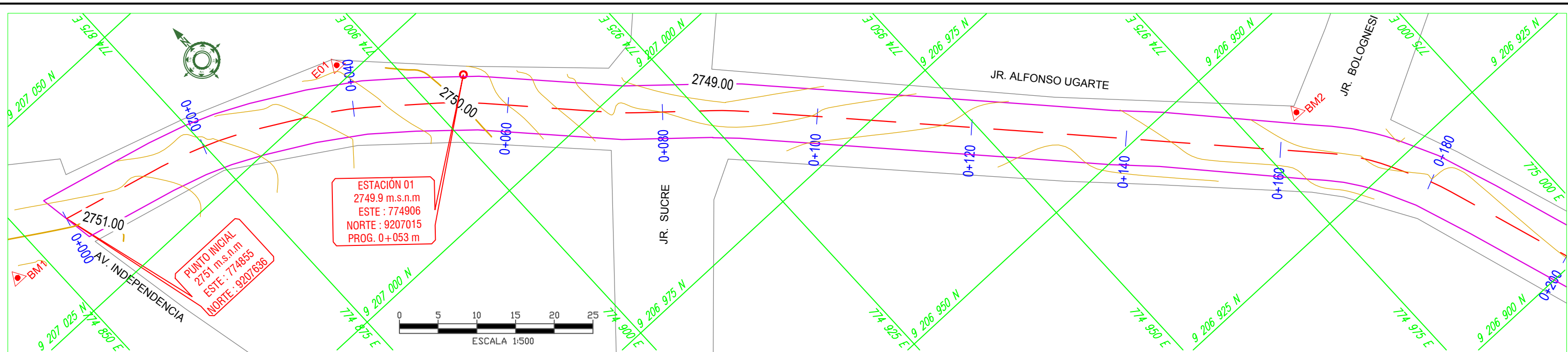
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

Nº 01



TRAMO EN ESTUDIO JR. ALFONSO UGARTE				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
INICIAL	774855	9207036	2751	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Av. Independencia
FINAL	775318	9205672	2761.4	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Jr. Jesús de Nazareth

CUADRO DE BM'S Y ESTACIONES				
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	774894.6	9207027.1	2750.7	E1
2	774845.7	9207034.9	2751.4	BM1
62	774981.6	9206938.5	2749.7	BM2
63	774999.1	9206900.8	2749.4	BM3
120	775023.1	9206830.7	2749.9	BM4
121	775015.3	9206829.2	2749.8	BM5
158	775013.3	9206673.2	2750.3	BM6
159	775016.3	9206673.6	2750.0	BM7
229	775063.1	9206504.9	2747.6	BM8
230	775059.3	9206503.4	2747.6	BM9
284	775035.0	9206336.1	2746.6	BM10
285	775032.9	9206335.1	2746.6	BM11
345	775075.9	9206169.3	2746.1	BM12
346	775075.6	9206166.6	2746.1	BM13
428	775158.0	9206009.2	2751.6	BM14
429	775156.5	9206007.9	2751.6	BM15
491	775242.2	9205843.9	2756.1	BM16
492	775241.5	9205841.3	2756.2	BM17

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	Eje del Jr. Alfonso Ugarte
▲ BM	BM's y estaciones
9207000 N	Coordenadas norte
774600 E	Coordenadas este
□	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
~	Curvas mayores
~	Curvas menores
~	Quebrada
○	Estación conteo de tráfico
□	Límite de propiedad

FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO BASE:
PLANO DE ZONIFICACIÓN
USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012
PLANO:
TOPOGRÁFICO

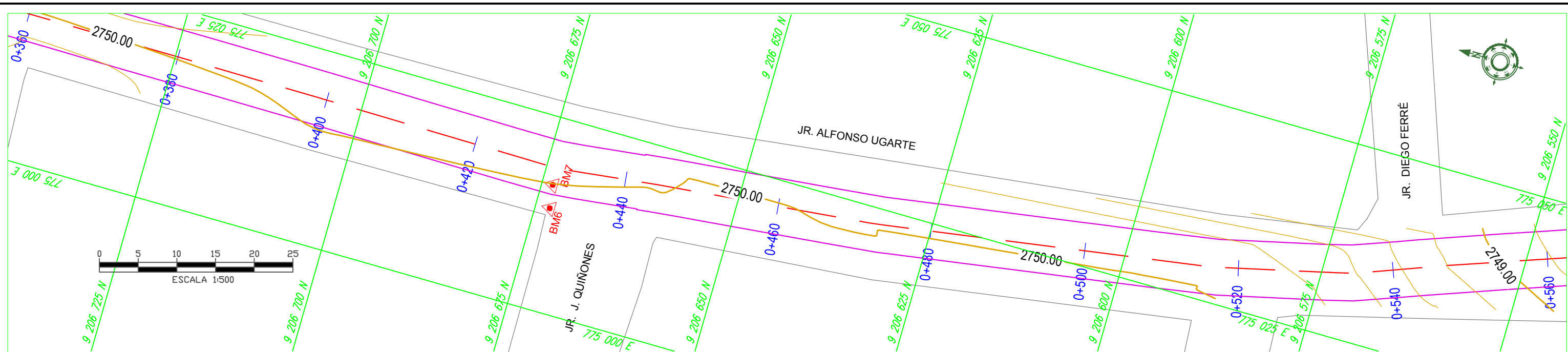
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

N°
01



TRAMO EN ESTUDIO JR. ALFONSO UGARTE

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
INICIAL	774855	9207036	2751	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Av. Independencia
FINAL	775318	9205672	2761.4	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Jr. Jesús de Nazareth

CUADRO DE BM'S Y ESTACIONES

N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	774894.6	9207027.1	2750.7	E1
2	774845.7	9207034.9	2751.4	BM1
62	774981.6	9206938.5	2749.7	BM2
63	774999.1	9206900.8	2749.4	BM3
120	775023.1	9206830.7	2749.9	BM4
121	775015.3	9206829.2	2749.8	BM5
158	775013.3	9206673.2	2750.3	BM6
159	775016.3	9206673.6	2750.0	BM7
229	775063.1	9206504.9	2747.6	BM8
230	775059.3	9206503.4	2747.6	BM9
284	775035.0	9206336.1	2746.6	BM10
285	775032.9	9206335.1	2746.6	BM11
345	775075.9	9206169.3	2746.1	BM12
346	775075.6	9206166.6	2746.1	BM13
428	775158.0	9206009.2	2751.6	BM14
429	775156.5	9206007.9	2751.6	BM15
491	775242.2	9205843.9	2756.1	BM16
492	775241.5	9205841.3	2756.2	BM17

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	Eje del Jr. Alfonso Ugarte
▲ BM	BM's y estaciones
9207000 N	Coordenadas norte
774600 E	Coordenadas este
□	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
~	Curvas mayores
~	Curvas menores
~	Quebrada
○	Estación conteo de tráfico
□	Límite de propiedad

FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO BASE:
PLANO DE ZONIFICACIÓN
USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012

PLANO:
TOPOGRÁFICO

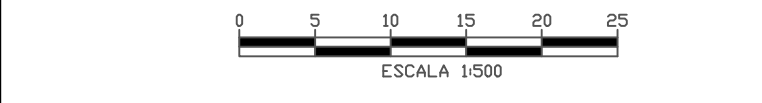
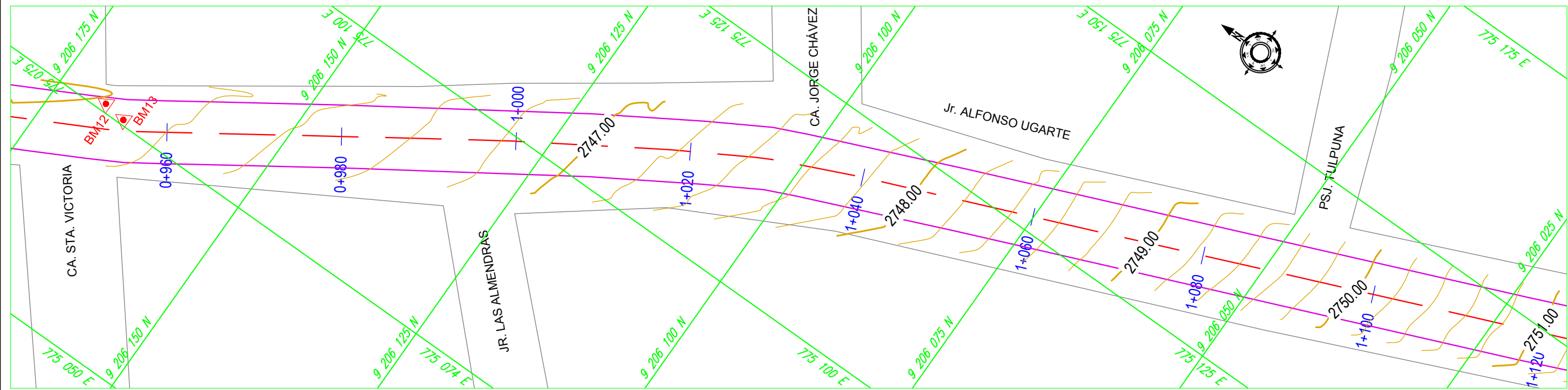
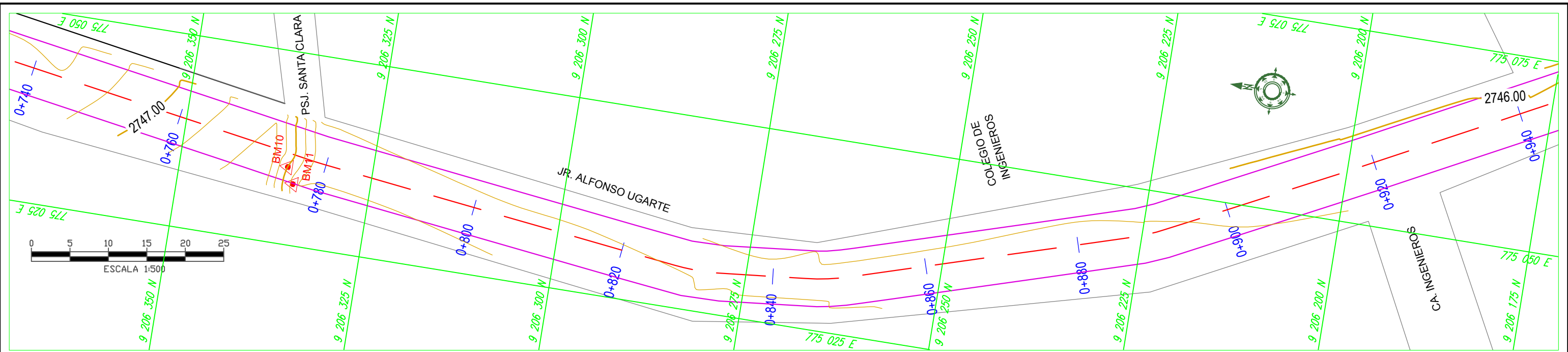
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

N°
02



CUADRO DE BM'S Y ESTACIONES				
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	774894.6	9207027.1	2750.7	E1
2	774845.7	9207034.9	2751.4	BM1
62	774981.6	9206938.5	2749.7	BM2
63	774999.1	9206900.8	2749.4	BM3
120	775023.1	9206830.7	2749.9	BM4
121	775015.3	9206829.2	2749.8	BM5
158	775013.3	9206673.2	2750.3	BM6
159	775016.3	9206673.6	2750.0	BM7
229	775063.1	9206504.9	2747.6	BM8
230	775059.3	9206503.4	2747.6	BM9
284	775035.0	9206336.1	2746.6	BM10
285	775032.9	9206335.1	2746.6	BM11
345	775075.9	9206169.3	2746.1	BM12
346	775075.6	9206166.6	2746.1	BM13
428	775158.0	9206009.2	2751.6	BM14
429	775156.5	9206007.9	2751.6	BM15
491	775242.2	9205843.9	2756.1	BM16
492	775241.5	9205841.3	2756.2	BM17

TRAMO EN ESTUDIO JR. ALFONSO UGARTE				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
INICIAL	774855	9207036	2751	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Av. Independencia
FINAL	775318	9205672	2761.4	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Jr. Jesús de Nazareth

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Eje del Jr. Alfonso Ugarte
	BM's y estaciones
	Coordenadas norte
	Coordenadas este
	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
	Curvas mayores
	Curvas menores
	Quebrada
	Estación conteo de tráfico
	Límite de propiedad

FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO BASE:
PLANO DE ZONIFICACIÓN
USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012
PLANO:
TOPOGRÁFICO

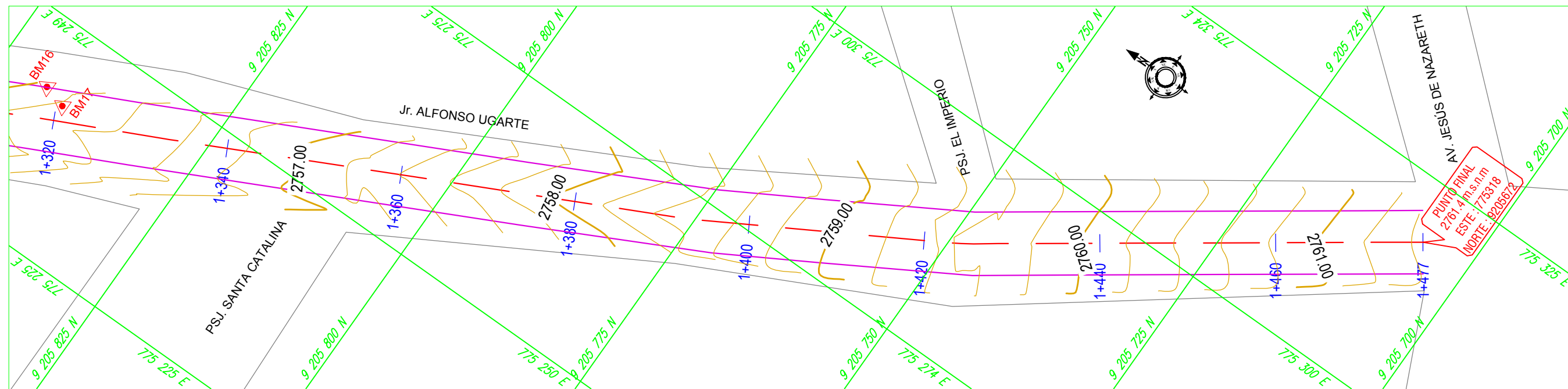
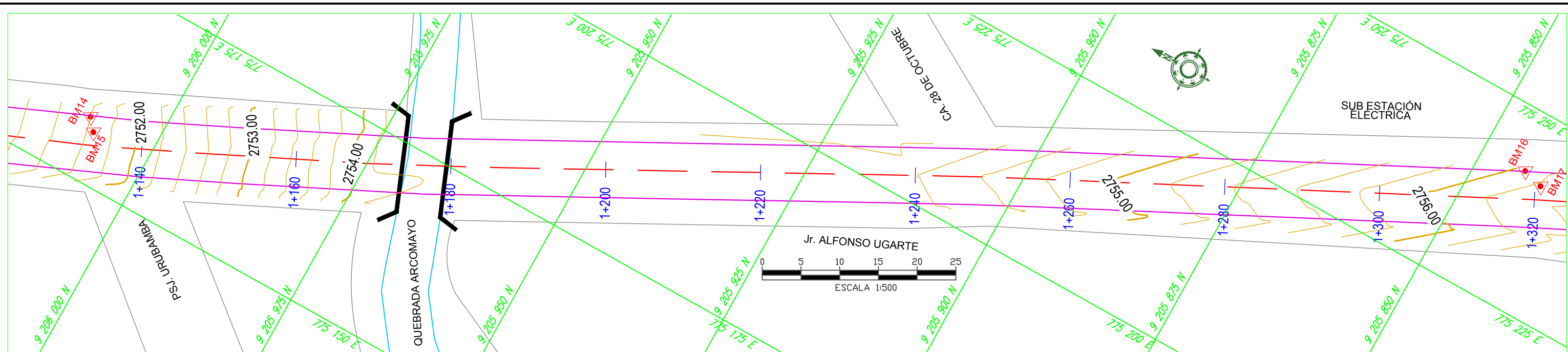
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

N°
03



PUNTO FINAL
2761.4 m.s.n.m
ESTE: 775318
NORTE: 9205672



TRAMO EN ESTUDIO JR. ALFONSO UGARTE				
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
INICIAL	774855	9207036	2751	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Av. Independencia
FINAL	775318	9205672	2761.4	Intersección Jr. Alfonso Ugarte con Jr. Jesús de Nazareth

CUADRO DE BM'S Y ESTACIONES				
N°	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	774894.6	9207027.1	2750.7	E1
2	774845.7	9207034.9	2751.4	BM1
62	774981.6	9206938.5	2749.7	BM2
63	774999.1	9206900.8	2749.4	BM3
120	775023.1	9206830.7	2749.9	BM4
121	775015.3	9206829.2	2749.8	BM5
158	775013.3	9206673.2	2750.3	BM6
159	775016.3	9206673.6	2750.0	BM7
229	775063.1	9206504.9	2747.6	BM8
230	775059.3	9206503.4	2747.6	BM9
284	775035.0	9206336.1	2746.6	BM10
285	775032.9	9206335.1	2746.6	BM11
345	775075.9	9206169.3	2746.1	BM12
346	775075.6	9206166.6	2746.1	BM13
428	775158.0	9206009.2	2751.6	BM14
429	775156.5	9206007.9	2751.6	BM15
491	775242.2	9205843.9	2756.1	BM16
492	775241.5	9205841.3	2756.2	BM17

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
---	Eje del Jr. Alfonso Ugarte
▲ BM	BM's y estaciones
9207000 N	Coordenadas norte
774600 E	Coordenadas este
□	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
~	Curvas mayores
~	Curvas menores
~	Quebrada
○	Estación conteo de tráfico
□	Límite de propiedad

FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

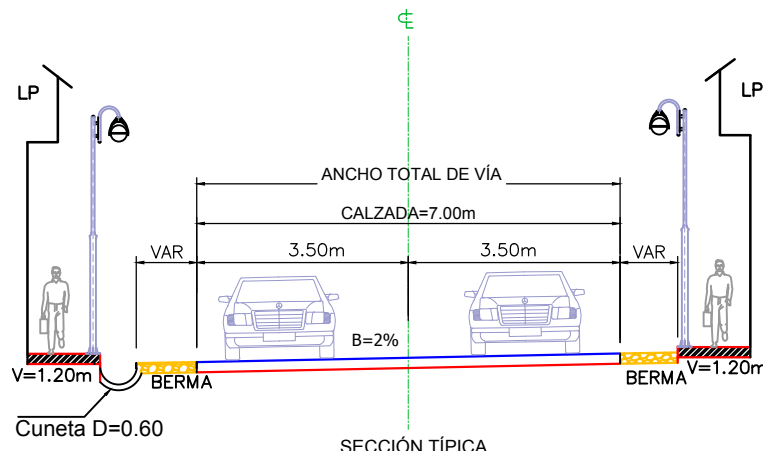
FACULTAD DE INGENIERIA "Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

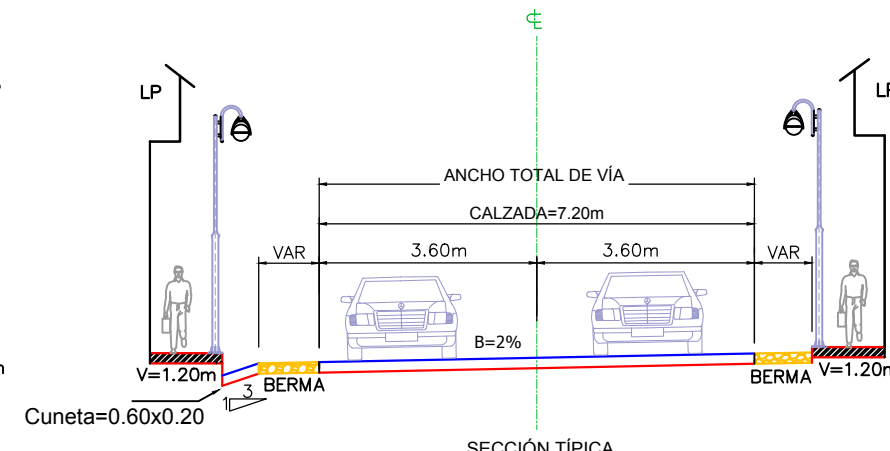
PLANO BASE: PLANO DE ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012
PLANO: TOPOGRÁFICO

TESISTA: VERA SÁNCHEZ, WILMER
ASESOR: Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA
FECHA: NOVIEMBRE 2021
ESCALA: INDICADA

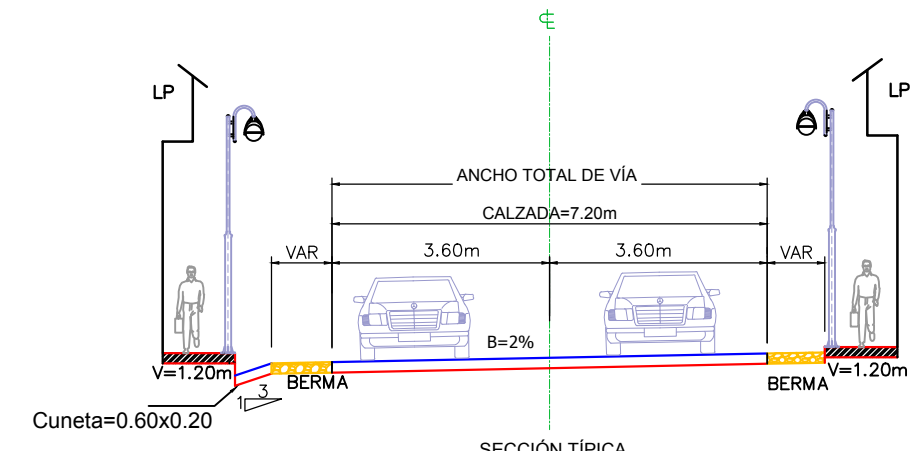
N° 04



SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-4

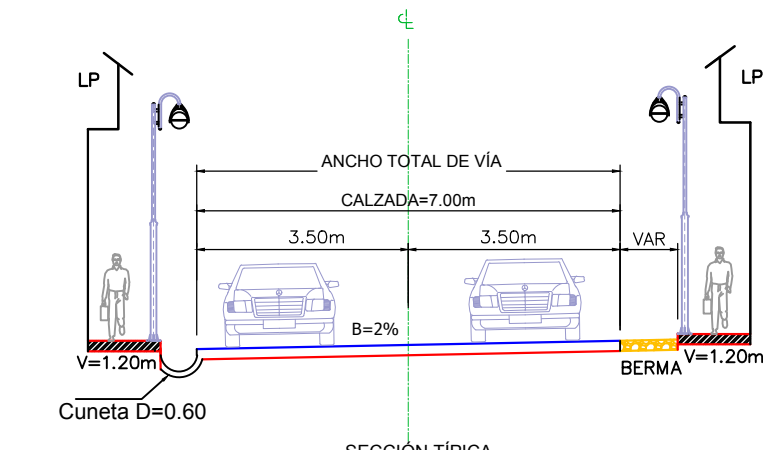


SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-10

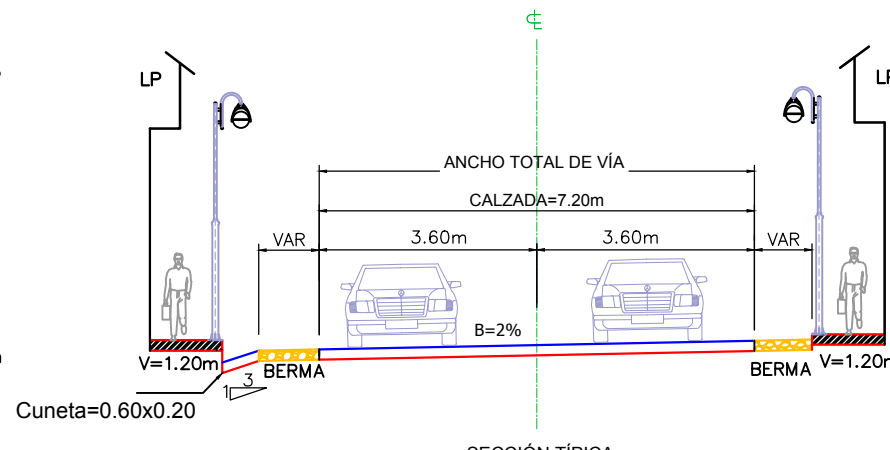


SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-14

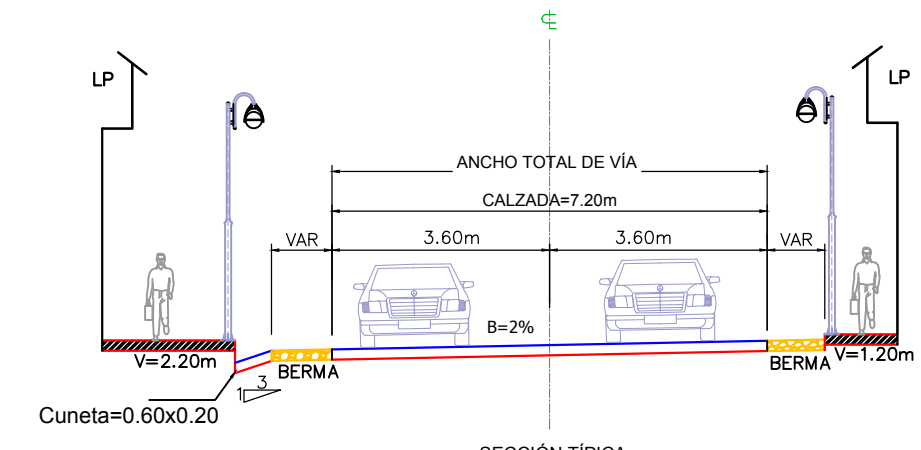
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Capa de Rodadura
	Vereda
	Límite de propiedad
	Bombeo
	Berma



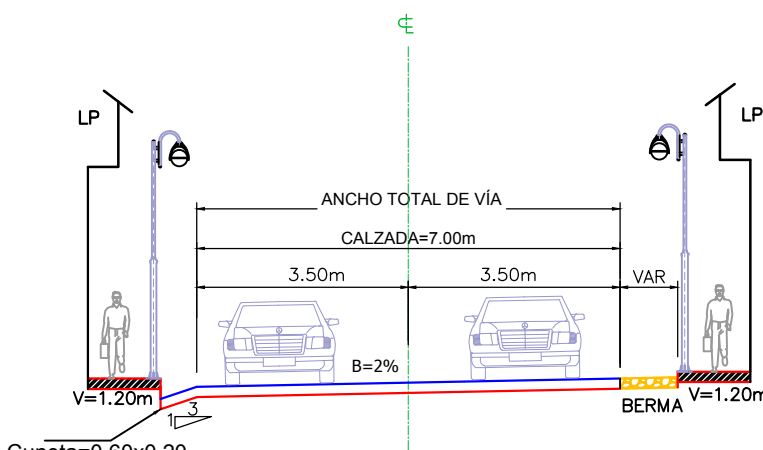
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-3



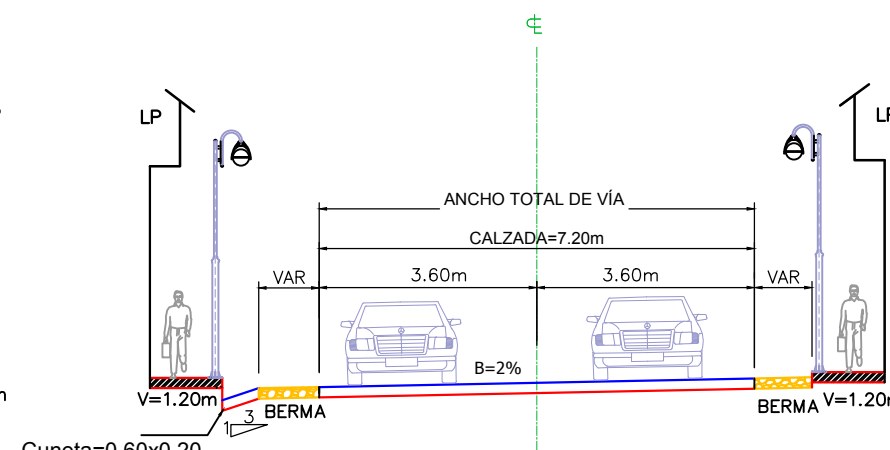
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-9



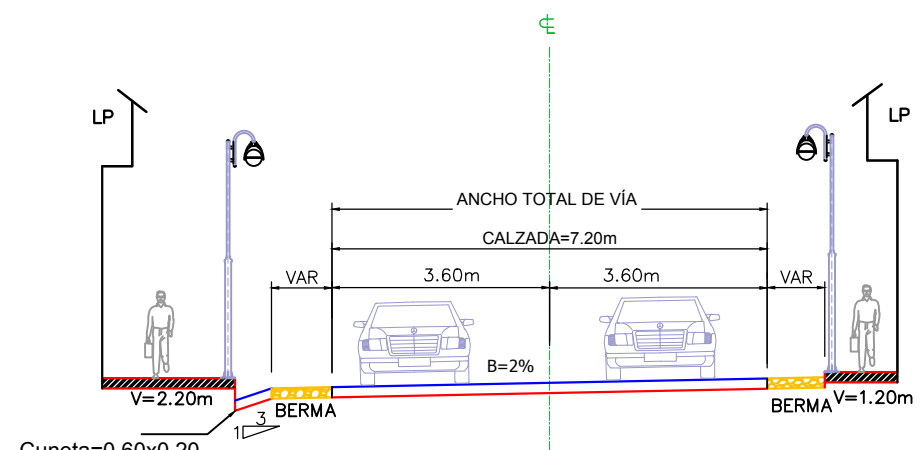
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-13



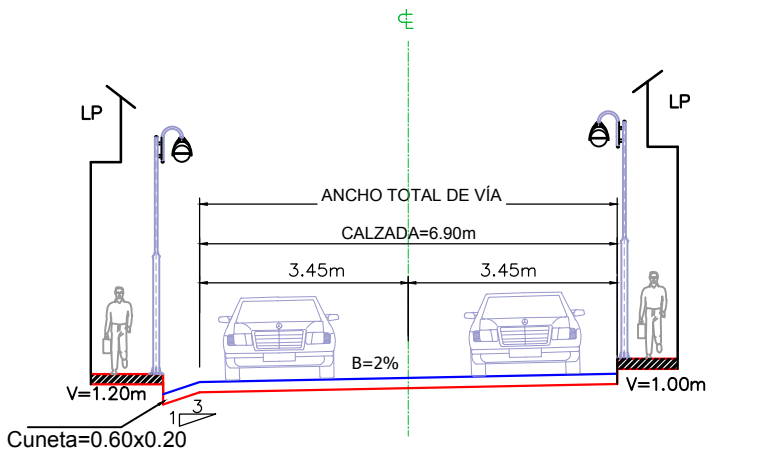
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-2



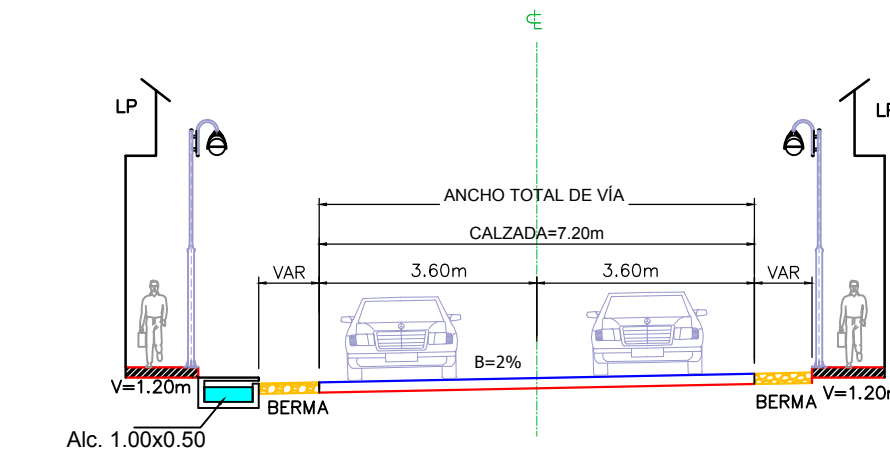
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-8



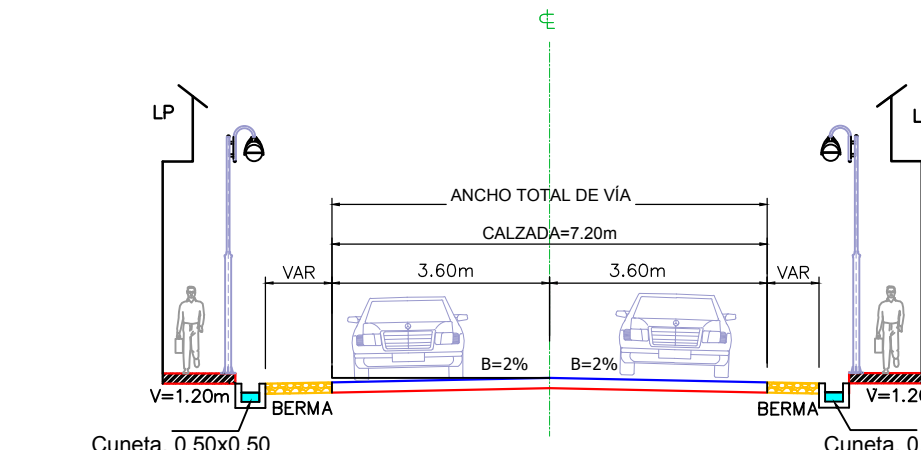
SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-12



SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-1



SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-5, C-6 y C-7



SECCIÓN TÍPICA
Jr. Alfonso Ugarte C-11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
"Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO:
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS JR. ALFONSO UGARTE CAJAMARCA

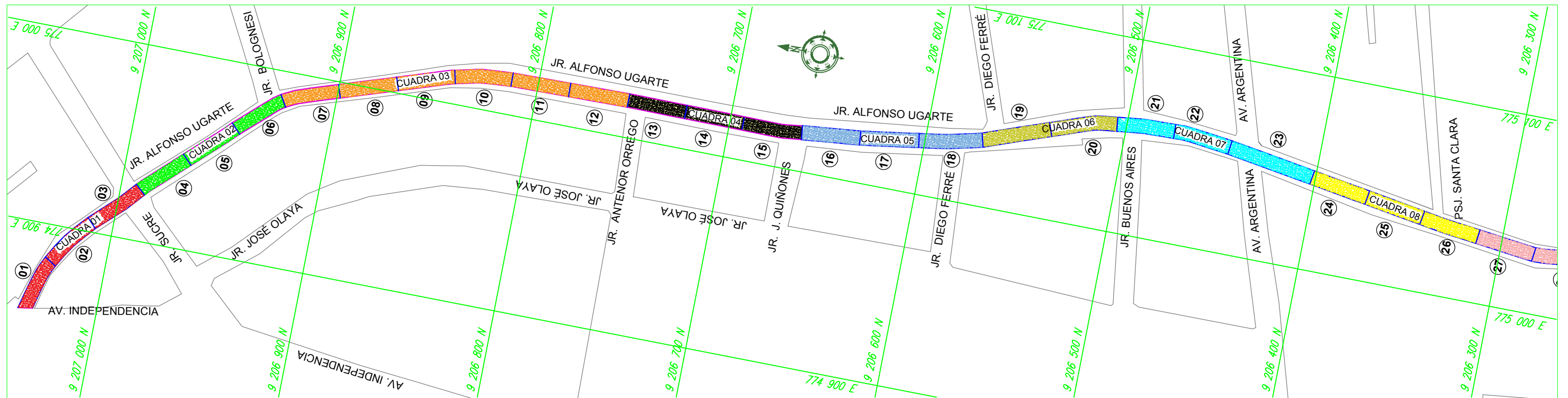
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
1:125

Nº 01



Daño UM1 - C-01	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	1
Sello de junta	L	13
Sello de junta	M	2
Parche grande	L	10
Puliento de agregados	L	14

Daño UM2 - C-01	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	1
Grieta de esquina	M	1
Grieta lineal	L	7
Parche grande	L	10
Parche pequeño	L	1
Parche pequeño	M	1
Puliento de agregados	L	14

Daño UM3 - C-01	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	2
Grieta de esquina	M	1
Escala	L	1
Sello de junta	L	2
Parche grande	L	9
Parche pequeño	M	1
Puliento de agregados	L	8
Punzonamiento	H	1

Daño UM4 - C-02	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	3
Grieta de esquina	M	1
Sello de junta	L	2
Grieta lineal	L	3
Grieta lineal	M	1
Parche grande	L	14
Parche grande	M	3
Parche grande	H	1
Parche pequeño	M	2
Punzonamiento	H	1

Daño UM5 - C-02	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	2
Grieta de esquina	M	4
Sello de junta	L	3
Grieta lineal	L	3
Grieta lineal	M	5
Parche grande	L	20
Parche pequeño	L	1
Puliento de agregados	L	1

Daño UM6 - C-02	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	3
Grieta lineal	L	3
Grieta lineal	M	2
Parche grande	L	10
Parche grande	M	8
Puliento de agregados	L	8
Punzonamiento	H	1

Daño UM7 - C-03	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	1
Grieta de esquina	M	3
Grieta lineal	L	4
Grieta lineal	M	5
Parche grande	L	12
Parche grande	H	3
Punzonamiento	H	1

Daño UM8 - C-03	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	7
Grieta de esquina	M	4
Grieta lineal	L	4
Grieta lineal	M	9
Grieta lineal	H	1
Parche grande	L	10
Parche grande	H	3
Grieta de retracción	L	1

Daño UM9 - C-03	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	3
Losa dividida	L	2
Losa dividida	M	1
Grieta lineal	L	6
Grieta lineal	M	9
Parche grande	L	15
Parche grande	M	4
Parche grande	H	1
Punzonamiento	H	1
Grieta de retracción	L	2

Daño UM10 - 03	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	4
Losa dividida	M	2
Grieta lineal	L	12
Grieta lineal	M	6
Parche grande	L	8
Parche grande	M	5
Parche pequeño	L	1
Grieta de retracción	L	2

Daño UM11 - C-03	Severidad	Nº losas
Losa dividida	L	2
Losa dividida	M	1
Escala	L	1
Grieta lineal	L	11
Grieta lineal	M	4
Parche grande	L	7
Parche grande	M	7
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	1
Punzonamiento	H	2
Desc. De esquina	L	1

Daño UM12 - C-03	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	4
Losa dividida	L	1
Losa dividida	M	4
Grieta lineal	L	6
Grieta lineal	M	7
Parche grande	L	9
Parche grande	M	3
Puliento de agregados	L	1
Punzonamiento	H	1
Desc. De esquina	L	2

Daño UM13 - C-04	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	4
Grieta de esquina	M	2
Losa dividida	M	3
Grieta lineal	L	4
Grieta lineal	M	10
Parche grande	L	9
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	1
Punzonamiento	H	1
Grieta de retracción	L	2

Daño UM14 - C-04	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	2
Losa dividida	M	6
Grieta lineal	L	8
Grieta lineal	M	6
Parche grande	L	10
Parche grande	H	1
Puliento de agregados	L	3

Daño UM15 - C-04	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	1
Grieta lineal	L	3
Grieta lineal	M	14
Parche grande	L	8
Parche grande	H	5
Puliento de agregados	L	5
Puliento de agregados	M	8
Punzonamiento	H	1

Daño UM16 - C-05	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	1
Grieta lineal	L	1
Grieta lineal	M	16
Parche grande	M	10
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	9
Puliento de agregados	M	4

Daño UM17 - C-05	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	6
Grieta lineal	M	20
Parche grande	L	8
Parche grande	H	4
Puliento de agregados	L	5
Puliento de agregados	M	1
Grieta de retracción	L	1

Daño UM18 - C-05	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	4
Desnivel carril-berma	L	3
Grieta lineal	M	16
Parche grande	L	4
Parche grande	M	3
Parche grande	H	3
Puliento de agregados	M	12
Punzonamiento	H	2

Daño UM19 - C-06	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	4
Losa dividida	M	6
Grieta lineal	M	7
Grieta lineal	H	7
Parche grande	L	12
Parche grande	M	4
Puliento de agregados	M	11
Grieta de retracción	M	1

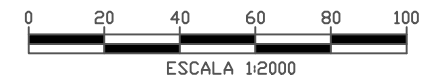
Daño UM20 - C-06	Severidad	Nº losas
Losa dividida	M	1
Grieta lineal	L	4
Grieta lineal	M	12
Grieta lineal	H	1
Parche grande	L	11
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	4
Puliento de agregados	M	9
Grieta de retracción	M	5

Daño UM21 - C-07	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	L	3
Grieta de esquina	M	6
Losa dividida	H	2
Grieta lineal	M	7
Grieta lineal	H	4
Parche grande	L	10
Parche grande	M	7
Puliento de agregados	M	11

Daño UM22 - C-07	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	6
Losa dividida	M	3
Losa dividida	H	7
Grieta lineal	M	6
Grieta lineal	H	5
Parche grande	L	11
Parche grande	H	7
Popouts	L	1

Daño UM23 - C-07	Severidad	Nº losas
Grieta de esquina	M	3
Grieta lineal	M	9
Parche grande	L	10
Parche grande	M	5
Parche grande	H	1
Puliento de agregados	M	7
Punzonamiento	H	4

FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BM'S y estaciones
	Coordenadas
	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
	Quebrada
	Número unidad de muestra
	Unidad de muestra
	Limite de propiedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA "Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA

PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO BASE:
PLANO DE ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012
PLANO:
DE FALLAS

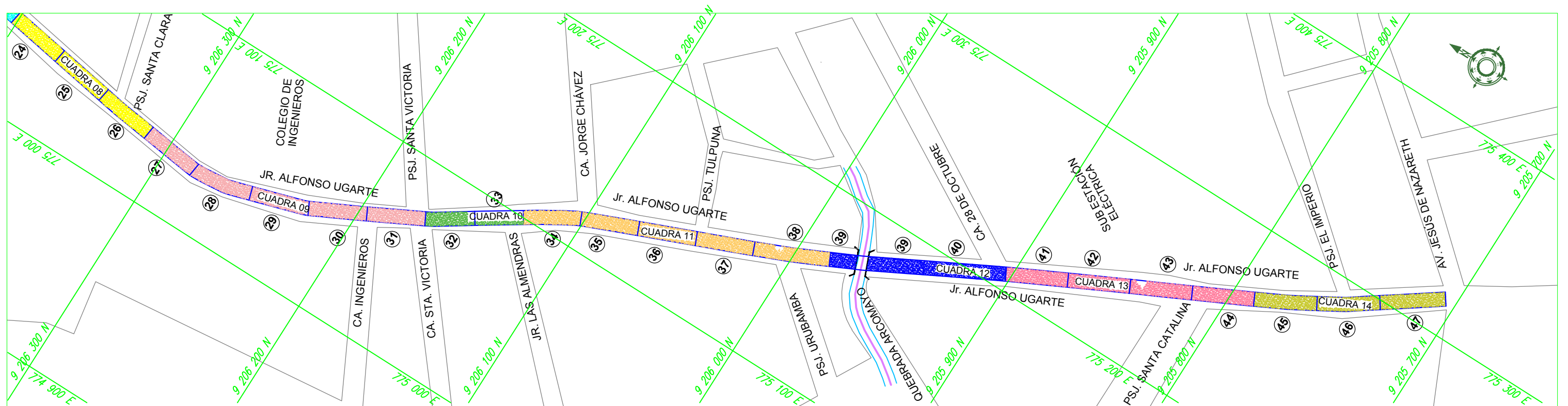
TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

Nº 01



FUENTE: MPC (MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA) 2012, CAJAMARCA, PERÚ.
(ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA).



DañUM	Severidad	Nº losas
UM24 - C-08		
Grieta de esquina	M	1
Grieta lineal	M	7
Parche grande	L	5
Parche grande	M	4
Parche grande	H	1
Puliento de agregados	M	2
Popouts	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM31 - C-09		
Grieta de esquina	L	2
Grieta lineal	M	2
Parche grande	L	5
Parche grande	M	6
Puliento de agregados	L	5
Puliento de agregados	M	3

DañUM	Severidad	Nº losas
UM37 - C-11		
Grieta de esquina	M	1
Grieta lineal	L	4
Parche grande	L	9
Parche grande	M	2
Puliento de agregados	L	3

DañUM	Severidad	Nº losas
UM43 - C-13		
Grieta de esquina	M	4
Grieta lineal	L	4
Parche grande	L	8
Parche grande	M	3
Puliento de agregados	L	7

DañUM	Severidad	Nº losas
UM25 - C-08		
Parche grande	L	8
Parche grande	M	3
Puliento de agregados	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM32 - C-10		
Grieta de esquina	M	1
Parche grande	L	5
Parche grande	M	5
Puliento de agregados	L	4
Puliento de agregados	M	13

DañUM	Severidad	Nº losas
UM38 - C-11		
Grieta de esquina	M	2
Grieta lineal	L	5
Grieta lineal	M	8
Parche grande	L	4
Parche grande	M	4
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM44 - C-13		
Parche grande	L	9
Parche grande	M	2
Puliento de agregados	L	8
Desconclamiento	L	5
Grieta de retracción	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM26 - C-08		
Grieta de esquina	L	2
Grieta lineal	L	1
Parche grande	L	8
Parche grande	M	4
Puliento de agregados	L	10
Puliento de agregados	M	4

DañUM	Severidad	Nº losas
UM33 - C-10		
Grieta de esquina	M	2
Parche grande	L	5
Parche grande	M	2
Parche grande	H	4
Parche pequeño	M	4
Puliento de agregados	L	7
Grieta de retracción	L	1

DañUM	Severidad	Nº losas
UM39 - C-12		
Grieta lineal	M	3
Parche grande	L	6
Parche grande	M	6
Puliento de agregados	L	5
Grieta de retracción	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM45 - C-14		
Grieta de esquina	M	2
Grieta lineal	L	2
Parche grande	L	9
Parche grande	M	1
Puliento de agregados	L	4
Puliento de agregados	M	5
Grieta de retracción	L	4

DañUM	Severidad	Nº losas
UM27 - C-09		
Grieta lineal	L	1
Parche grande	L	9
Parche grande	M	1
Puliento de agregados	L	7
Puliento de agregados	M	2
Desc. De esquina	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM34 - C-11		
Grieta de esquina	M	2
Losa dividida	L	1
Grieta lineal	M	3
Parche grande	L	8
Parche grande	M	6
Puliento de agregados	L	5

DañUM	Severidad	Nº losas
UM40 - C-12		
Grieta de esquina	M	1
Parche grande	L	7
Parche grande	M	3
Puliento de agregados	L	5
Puliento de agregados	M	3

DañUM	Severidad	Nº losas
UM46 - C-14		
Grieta de esquina	M	1
Grieta lineal	L	5
Parche grande	L	7
Parche grande	M	2
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	L	4
Grieta de retracción	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM28 - C-09		
Parche grande	L	10
Parche grande	M	2
Puliento de agregados	M	19

DañUM	Severidad	Nº losas
UM35 - C-11		
Grieta de esquina	M	2
Grieta lineal	M	2
Parche grande	L	14
Parche grande	M	3
Puliento de agregados	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM41 - C-13		
Parche grande	L	9
Parche grande	M	4
Puliento de agregados	L	6
Desconclamiento	L	4
Grieta de retracción	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM47 - C-14		
Grieta lineal	L	3
Parche grande	L	8
Parche grande	H	2
Puliento de agregados	M	9
Puliento de agregados	H	10

DañUM	Severidad	Nº losas
UM29 - C-09		
Parche grande	L	6
Parche grande	M	7
Puliento de agregados	L	3
Puliento de agregados	M	6

DañUM	Severidad	Nº losas
UM36 - C-11		
Grieta lineal	M	5
Parche grande	L	3
Parche grande	M	9
Puliento de agregados	L	3

DañUM	Severidad	Nº losas
UM42 - C-13		
Grieta lineal	L	5
Parche grande	L	10
Parche pequeño	L	2
Puliento de agregados	L	6
Grieta de retracción	L	2

DañUM	Severidad	Nº losas
UM30 - C-09		
Parche grande	L	10
Puliento de agregados	L	4
Puliento de agregados	M	6

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BM'S y estaciones
	Coordenadas
	Calzada Jr. Alfonso Ugarte
	Quebrada
	Número unidad de muestra
	Unidad de muestra
	Límite de propiedad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA "Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil"

DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

PLANO BASE:
PLANO DE ZONIFICACIÓN USO DE SUELOS CAJAMARCA, 2012
PLANO:
DE FALLAS

TESISTA:
VERA SÁNCHEZ, WILMER

ASESOR:
Ing. EVER RODRÍGUEZ GUEVARA

FECHA:
NOVIEMBRE 2021

ESCALA:
INDICADA

Nº 02