



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES
DE CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS
PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL
ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA
SUPERFICIE DE LAS PISTAS EN EL JIRÓN AYACUCHO,
DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO,
DEPARTAMENTO DE JUNÍN, ENERO – 2019

INFORME DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

BACH. XIOMAR ALEXIS LEANDRO CASTRO

ASESOR:

MGTR. DENNYS ORTIZ LLANTO

SATIPO - PERÚ

2019

2. Hoja de firma del jurado

Mgtr. Johanna Del Carmen Sotelo Urbano
Presidente

Mgtr. Luis Jimmy Clemente Condori
Miembro

Mgtr. Geovany Vilchez Casas
Miembro

3. Hoja de agradecimiento y / o dedicatoria
Agradecimiento

A Dios por permitirme el vivir, disfrutar, seguir adelante y no desmayar en las diferentes pruebas que nos pone la vida, con Cristo todo se puede.

A la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote,
por acogerme en sus aulas, hacer de ella mi segundo hogar y brindarme las enseñanzas primordiales como persona y como futuro profesional a través de sus docentes de calidad, para hacer realidad mis objetivos trazados.

A los docentes quienes me brindaron no solo sus conocimientos, también su amistad y su apoyo desinteresado para formarnos profesionales competentes.

Dedicatoria

A **Dios**, por darme salud y bendición para alcanzar mis metas como persona y como profesional.

A mi madre **Victoria Castro Oré**, por el apoyo moral, consejos y por la formación brindada. ¡Te quiero mucho mamá!

A mi padre **Wilian Leandro Villar** que en todo momento me brinda todo su apoyo. ¡Gracias papá!

A mis hermanos **Elvis y Joseph** por brindarme su apoyo moral y aprender que la unión hace la fuerza. ¡Gracias hermanos!

A mi tío **Mauro Jorge Castro Oré** que en vida me brindó todo su apoyo y ahora desde el cielo guía mis pasos. ¡Gracias tío!

4. Resumen y Abstract

Resumen

Ubicándonos en el distrito y provincia de Chanchamayo, es muy notorio el estado en que se encuentran las pistas, para ello se planteó **el siguiente problema:** ¿En qué medida se podrá obtener un índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, Enero – 2019; a través de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto? Como **objetivo general**, establecer un índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie en el jirón Ayacucho, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto identificadas en dicho pavimento. **La metodología** aplicada es del tipo descriptivo, de nivel cuantitativo, no experimental, transeccional descriptivo y mediante la evaluación con una ficha técnica, para ello se utilizó el método del PCI. **Los resultados**, están dados en 5 unidades de muestra los cuales tienen mayor incidencia las patologías de pulimento de agregados, daño del sello de la junta, grietas lineales y descascaramiento de junta, de tal manera el PCI obtenido: UM – 01 de 21.79, UM – 02 de 30.66, UM – 03 de 43.19, UM - 04 de 49.62, UM - 05 de 55.92, con un promedio de 38.64, clasificándose como Malo. **Se concluye** que la presente investigación constituye un gran beneficio y aporte para la municipalidad provincial de Chanchamayo, con la cual podrá realizar su rehabilitación y mantenimiento respectivo.

Palabras clave: Patologías, pavimento rígido, evaluación.

Abstract

Locating in the district and province of Chanchamayo, the state of the tracks is very noticeable, for which the **following problem was raised**: To what extent can an index of structural integrity of the pavement and the operational condition of the surface be obtained? of the tracks of the jirón Ayacucho, province and district of Chanchamayo, department of Junín, January - 2019; through the determination and evaluation of the incidence of concrete pathologies? As a **general objective**, establish an index of the structural integrity of the pavement and the operational condition of the surface in the Ayacucho strip, from the determination and evaluation of the concrete pathologies identified in said pavement. **The methodology** applied is descriptive, quantitative, non-experimental, descriptive and descriptive, and by means of the evaluation with a technical file, for this the PCI method was used. **The results** are given in 5 sample units which have the highest incidence of aggregate polishing pathologies, seal damage, linear cracks and joint flaking, in such a way the obtained PCI: UM - 01 of 21.79, UM - 02 of 30.66, UM - 03 of 43.19, UM - 04 of 49.62, UM - 05 of 55.92, with an average of 38.64, classifying itself as Poor. **It is concluded** that the present investigation constitutes a great benefit and contribution for the provincial municipality of Chanchamayo, with which it will be able to carry out its rehabilitation and respective maintenance.

Keywords: Pathologies, rigid pavement, evaluation.

5. Contenido

1. Título.....	i
2. Hoja de firma del jurado.....	ii
3. Hoja de agradecimiento y / o dedicatoria	iii
4. Resumen y Abstract	v
Resumen.....	v
Abstract	vi
5. Contenido.....	vii
6. Índice de figuras y tablas	ix
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.1.3. Antecedentes locales	17
2.2. Bases teóricas de la investigación	22
2.2.1. Pavimento	22
2.2.1.1. Clasificación de los pavimentos	24
2.2.1.2. Subrasante	27
2.2.1.3. Subbase	27
2.2.1.4. Tipos de pavimentos rígidos	27
2.2.1.5. Evaluación de pavimentos	29
2.2.2. Patología	30

2.2.2.1. Glosario de tipos de daños	30
2.2.2.2. Índice de Condición de Pavimento (PCI)	31
2.2.2.3. “Manual de daños en pavimentos rígidos” (20)	38
III. Hipótesis	80
IV. Metodología	80
4.1. Diseño de la investigación	81
4.2. Población y muestra	82
4.2.1. Muestreo	82
4.3. Definición y operacionalización de variables	84
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	84
4.5. Plan de análisis	85
4.6. Matriz de consistencia	85
4.7. Principios éticos:	88
V. Resultados	89
5.1. Resultados	89
5.2. Análisis de Resultados	135
VI. Conclusiones	139
Aspectos complementarios	140
Referencias Bibliográficas	141
Anexos	144

6. Índice de figuras y tablas

Índice de figuras

Figura 1. “Resumen de fallas (0+000 – 1+636)” ⁽³⁾	9
Figura 2. “Porcentaje de los daños evaluados en las 6 unidades” ⁽⁷⁾	18
Figura 3. “Índice general de PCI de todas las muestras evaluadas” ⁽⁷⁾	18
Figura 4. “Porcentajes Totales de incidencia según tipo de falla en la sección de pavimento analizada” ⁽⁸⁾	21
Figura 5. Índice PCI	33
Figura 6. Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.	34
Figura 7. Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido.	38
Figura 8. “Blowup – Buckling de baja severidad” ⁽²⁰⁾	39
Figura 9. “Blowup – Buckling de severidad media” ⁽²⁰⁾	40
Figura 10. “Blowup – Buckling de alta severidad” ⁽²⁰⁾	40
Figura 11. “Grieta de esquina de baja severidad” ⁽²⁰⁾	42
Figura 12. “Grieta de esquina de severidad media” ⁽²⁰⁾	43
Figura 13. “Grieta de esquina de alta severidad” ⁽²⁰⁾	43
Figura 14. “Losa dividida de baja severidad” ⁽²⁰⁾	44
Figura 15. “Losa dividida de severidad media” ⁽²⁰⁾	45
Figura 16. “Losa dividida de alta severidad” ⁽²⁰⁾	45
Figura 17. “Grieta de durabilidad “D” de baja severidad” ⁽²⁰⁾	47
Figura 18. “Grieta de durabilidad “D” de severidad media” ⁽²⁰⁾	47
Figura 19. “Grieta de durabilidad “D” de alta severidad” ⁽²⁰⁾	48
Figura 20. “Escala de baja severidad” ⁽²⁰⁾	49
Figura 21. “Escala de severidad media” ⁽²⁰⁾	49
Figura 22. “Escala de alta severidad” ⁽²⁰⁾	50
Figura 23. “Daño del sello de la junta de baja severidad” ⁽²⁰⁾	51
Figura 24. “Daño del sello de la junta de severidad media” ⁽²⁰⁾	52
Figura 25. “Daño del sello de la junta de alta severidad” ⁽²⁰⁾	52
Figura 26. “Desnivel carril / berma de baja severidad” ⁽²⁰⁾	53
Figura 27. “Desnivel carril / berma de baja severidad” ⁽²⁰⁾	54
Figura 28. “Desnivel carril / berma de alta severidad” ⁽²⁰⁾	54
Figura 29. “Grietas lineales de baja severidad” ⁽²⁰⁾	57
Figura 30. “Grietas lineales de severidad media” ⁽²⁰⁾	57
Figura 31. “Grietas lineales de alta severidad” ⁽²⁰⁾	58
Figura 32. “Parche grande y acometida de servicios públicos de baja severidad” ⁽²⁰⁾	59
Figura 33. “Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media.” ⁽²⁰⁾	60
Figura 34. “Parche grande y acometida de servicios públicos de alta severidad.” ⁽²⁰⁾	60
Figura 35. “Parche pequeño de baja severidad.” ⁽²⁰⁾	62
Figura 36. “Parche pequeño de severidad media.” ⁽²⁰⁾	62
Figura 37. “Parche pequeño de alta severidad.” ⁽²⁰⁾	62

Figura 38. “Pulimento de agregados” ⁽²⁰⁾	64
Figura 39. “Popout” ⁽²⁰⁾	65
Figura 40. “Bombeo” ⁽²⁰⁾	67
Figura 41. “Bombeo” ⁽²⁰⁾	67
Figura 42. “Punzonamiento de baja severidad.” ⁽²⁰⁾	68
Figura 43. “Punzonamiento de severidad media” ⁽²⁰⁾	69
Figura 44. “Punzonamiento de alta severidad” ⁽²⁰⁾	69
Figura 45. “Cruce de vía férrea de baja severidad” ⁽²⁰⁾	70
Figura 46. “Cruce de vía férrea de severidad media” ⁽²⁰⁾	71
Figura 47. “Cruce de vía férrea de alta severidad” ⁽²⁰⁾	71
Figura 48. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja severidad” ⁽²⁰⁾	73
Figura 49. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad media” ⁽²⁰⁾	73
Figura 50. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de alta severidad” ⁽²⁰⁾	73
Figura 51. “Grietas de retracción” ⁽²⁰⁾	74
Figura 52. “Descascaramiento de esquina de baja severidad” ⁽²⁰⁾	76
Figura 53. “Descascaramiento de esquina de severidad media” ⁽²⁰⁾	76
Figura 54. “Descascaramiento de esquina de alta severidad” ⁽²⁰⁾	77
Figura 55. “Descascaramiento de junta de baja severidad” ⁽²⁰⁾	79
Figura 56. “Descascaramiento de junta de severidad media” ⁽²⁰⁾	79
Figura 57. “Descascaramiento de junta de alta severidad” ⁽²⁰⁾	79
Figura 58. Ideograma de la metodología del diseño de investigación.	82
Figura 59. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01.	91
Figura 60. Patología de grietas lineales de severidad alta, de la unidad de muestra UM - 01.	92
Figura 61. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 01.	93
Figura 62. Patología de Descascaramiento de esquina de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01.	94
Figura 63. Patología de Descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01.	95
Figura 64. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 01.....	96
Figura 65. Gráfico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 01.	97
Figura 66. Clasificación de la UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.	97
Figura 67. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.	98
Figura 68. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.	98
Figura 69. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.	101
Figura 70. Patología de grieta lineal de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.	102

Figura 71. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 02.	103
Figura 72. Patología de descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.	104
Figura 73. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 02.	105
Figura 74. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 02.	106
Figura 75. Clasificación de la UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.	106
Figura 76. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.	107
Figura 77. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.	107
Figura 78. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 03.	110
Figura 79. Patología de grieta lineal de severidad baja de la unidad de muestra UM - 03.	111
Figura 80. Patología de pulimento de agregados de la unidad de muestra UM - 03.	112
Figura 81. Patología de Descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 03.	113
Figura 82. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 03.	114
Figura 83. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 03.	115
Figura 84. Clasificación de la UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.	115
Figura 85. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.	116
Figura 86. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.	116
Figura 87. Patología de daño del sello de la junta de severidad baja, de la unidad de muestra UM - 04.	119
Figura 88. Patología de grieta lineal de severidad media, de la unidad de muestra UM - 04.	120
Figura 89. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 04.	121
Figura 90. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 04.	122
Figura 91. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 04.	123
Figura 92. Clasificación de la UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.	123
Figura 93. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.	124
Figura 94. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.	124
Figura 95. Patología de daño del sello de la junta de severidad baja, de la unidad de	

muestra UM - 05.....	127
Figura 96. Patología de grietas lineales de severidad baja, de la unidad de muestra UM - 05.....	128
Figura 97. Patología de pulimento de agregados de la unidad de muestra UM - 05.....	129
Figura 98. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra UM - 05.....	130
Figura 99. Gráfico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 05.	131
Figura 100. Clasificación de la UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.	131
Figura 101. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.	132
Figura 102. Gráfico de incidencia de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.....	132
Figura 103. Gráfico de porcentajes de patologías generales registradas en el pavimento Rígido del jirón Ayacucho.	134
Figura 104. Gráfico de la clasificación del PCI general del jirón Ayacucho.	135

Índice de tablas

Tabla 1. “Resumen de fallas” ⁽³⁾	8
Tabla 2. “Tipos de patologías presentes en la estructura de pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 2, 3 y 4 del distrito de Mazamari” ⁽⁷⁾	17
Tabla 3. “Índice general de toda la estructura de pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadras 1,2 y 4 del distrito de Mazamari” ⁽⁷⁾	18
Tabla 4. “Cuadro final de porcentajes incidencia según tipo de falla para la selección de pavimento analizado” ⁽⁸⁾	20
Tabla 5. “Glosario inglés – español de los tipos de daños” ⁽²⁰⁾	30
Tabla 6. “Niveles de Severidad para Losa Dividida” ⁽²⁰⁾	44
Tabla 7. “Niveles de Severidad para Escala” ⁽²⁰⁾	48
Tabla 8. “Niveles de Severidad para Punzonamiento” ⁽²⁰⁾	68
Tabla 9. “Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina” ⁽²⁰⁾	75
Tabla 10. “Niveles de Severidad para Descascaramiento de Junta” ⁽²⁰⁾	78
Tabla 11. Unidades de muestras y sus respectivas medidas.....	83
Tabla 12. Cuadro de operacionalización de las variables.....	84
Tabla 13. Matriz de consistencia.	86
Tabla 14. Tipo de Patologías presentes en la pavimentación del jirón Ayacucho.....	133
Tabla 15. Índice de Condición general de la investigación.....	134
Tabla 16. Características de la evaluación.....	137
Tabla 17. Índice de integridad estructural y condición operacional.....	138

I. Introducción

Actualmente en las ciudades del departamento de Junín, vienen afrontando los pésimos estados de sus pavimentos urbanos, ya sea rígido, flexible o híbrido, es usual observar en las pistas diferentes fallas tales como fisuras, grietas, desconchamiento, etc. Las fallas que afectan al pavimento se producen por diferentes factores: por un mal diseño de componentes estructurales, por la calidad de materiales que se usan en el proceso constructivo, por sobre carga vehicular, por un mal drenaje fluvial y los cambios climáticos, entre otros; **para desarrollar la tesis se planteó el siguiente problema:** ¿En qué medida se podrá obtener un índice de integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, Enero – 2019; a través de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto?; para poder responder al problema se planteó el siguiente **objetivo general:** Establecer un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie en el jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto identificadas en dicho pavimento; para lo cual se planteó los siguientes **objetivos específicos:** 1. Identificar el tipo de patologías de concreto hidráulico que existen en las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín; 2. Evaluar y calcular el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín; 3. Obtener el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín. **La presente investigación se justifica** de la siguiente manera: **a nivel comunitario**, beneficiará a la municipalidad provincial de Chanchamayo para que pueda tomar medidas correctivas para mejorar el estado de sus pavimentos rígidos; **a nivel institucional**, servirá como antecedentes a nivel local para otros proyectos de investigación y tesis para las diferentes universidades; **a nivel profesional**, para poder optar el título de Ingeniero Civil y como experiencia con los conocimientos obtenidos en la investigación que se realizará. En la siguiente

investigación se utilizó la **metodología** del tipo descriptivo, de nivel cuantitativo, no experimental, transeccional descriptivo y mediante la evaluación con una ficha técnica que se realizó al pavimento del jirón Ayacucho, distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín – Enero - 2019. **Los resultados**, están dados en 5 unidades de muestreo los cuales tienen mayor incidencia las patologías de pulimento de agregados, daño del sello de la junta, grietas lineales y descascamiento de junta, de tal manera el PCI obtenido en la inspección: UM – 01 de 21.79, UM – 02 de 30.66, UM – 03 de 43.19, UM - 04 de 49.62, UM – 05 de 55.92, con un promedio total de PCI de 38.64, clasificándose como Malo.

II. Revisión de literatura

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

a) Según, **Ramos F.**⁽¹⁾, en su tesis *“Estudio de los daños del pavimento Rígido en algunas calles de los barrios Laguito, Castillogrande y Bocanegra en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena - 2015”*, planteó el siguiente **objetivo general**, *“elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillogrande y Laguito en la ciudad de Cartagena”*.

Obteniendo los siguientes **resultados**:

- *“Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en esta áreas del*

pavimento, por parte de las autoridades locales, dado que la edad de las plata-formas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene + de 25 años”⁽¹⁾.

- *“Los pavimentos, de los diferentes barrios de la ciudad de Cartagena, tienen mayor incidencia en la patología de huecos o baches, fisuras diagonales, y piel de cocodrilo, podemos observar que solo una de ellas se encuentra en un nivel de 50 equivalente a regular, de tal manera que 8 de las 10 estructuras de muestras en estudio depende también del proceso constructivo que se ha realizado en estas plataformas que como lo dijimos anteriormente depende de un buen mantenimiento preventivo”⁽¹⁾.*

Se concluyó la presente tesis:

- *“El nivel de incidencia de las patologías del concreto rígido en los Pavimentos del en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillogrande y Bocagrande son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.*
- *El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos en algunas calles de los barrios de Laguito, Castillogrande y Bocagrande es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR.*

- *Al terminar nuestro proceso de construcción de pavimento rígido en los barrios Bocagrande, Castillogrande y Laguito, observamos que al implementar triturado calizo encapsulado en geotextil T 2400, las losas de pavimento reconstruidas han mantenido su estructura, tienen buena apariencia, mantienen su capa de rodadura y permiten la rápida evacuación de las aguas superficiales”⁽¹⁾.*

b) El autor, **Ruiz C.** ⁽²⁾, en su tesis **“Análisis de los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos. – Ecuador - 2011”**, planteó el siguiente **objetivo general**, *“analizar los factores que producen el deterioro de los pavimentos rígidos en las vías Suma - Pedernales y Pedernales – San Vicente, y Chone – Calceta – Junín - Pimpiguasí, mediante la observación y monitoreo in situ y proponer soluciones técnicas a las fallas encontradas”*.

Obteniendo los siguientes **resultados**:

- *“Daños en estructuras de pavimento rígido: fisura transversal > 30 mm., fisura longitudinal > 30 mm., fisura de esquina 3 – 10 mm., losas subdivididas > 30 mm., fisura en bloque > 30 mm., fisuras inducidas 20 – 30 cm.*

- *Deformaciones en estructuras de pavimento rígido: levantamiento de losas > 30 mm., dislocamiento fenómeno de bombeo, hundimiento.*
- *Desintegración en estructuras de pavimento rígido: descascaramiento y fisuras capilares, pulimiento de la superficie, peladuras, bache.*
- *Deficiencias de juntas en estructuras de pavimento rígido: deficiencias en material de sello, despostillamiento > 30 mm., fisuras por mal funcionamiento de juntas 3 – 10 mm.*
- *Otros deterioros en estructuras de pavimento rígido: parchados y reparaciones para servicios públicos 40 – 50 cm”⁽²⁾.*

Llegando a las siguientes **conclusiones**:

- *“Primeramente es necesario mencionar que la implementación de pavimentos rígidos en el país es una propuesta relativamente nueva, por lo que falta acumular experiencia en la construcción de los mismos, lo que constituye un factor determinante, para que se produzcan deterioros severos en sus estructuras. Por lo tanto es necesario regirse de manera estricta a las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir*

procesos de deterioro observados en el análisis del presente documento.

- *Después de la supervisión, monitoreo y análisis a varios proyectos que se están ejecutando en el país con pavimento rígido, se puede constatar y verificar diferentes tipos de patologías, las que se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación. Además considero que no se tomaron en cuenta variables topográficas y climáticas, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.*
- *En las visitas a ciertos proyectos de pavimento rígido, se observa que no existe un correcto y adecuado control de calidad en su construcción, debido a que se deja de lado ciertos parámetros necesarios para que un pavimento rígido, cumpla eficientemente con su vida útil. Entre los procesos inobservados por las constructoras y fiscalizadoras, que más afectaron a la estructura del pavimento rígido se puede citar a los siguientes: 1. Deficiente control de materiales., 2. Temperaturas inadecuadas., 3. Procesos de curado deficientes., 4. Cortes de juntas en tiempos no idóneos., 5. Utilización de maquinaria inapropiada., 6. Modulación de losas fuera de los rangos de esbeltez sin cumplir lo estipulado en normas”⁽²⁾.*

c) Según, **Higuera V.** ⁽³⁾, en su tesis *“El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi - 2015”*, planteó el siguiente **objetivo general**, *“estudiar como el estado de las vías de pavimento rígido inciden en la circulación del tránsito pesado”*.

Llegando a los siguientes **resultados**: *“En las 248 losas analizadas se encontraron las siguientes fallas, pudiendo una losa tener una o más fallas”*⁽³⁾.

Tabla 1. *“Resumen de fallas”* ⁽³⁾.

N° DE FALLAS	TIPO DE FALLA
5	Fallas de rotura de esquina
65	Fallas de fisuras longitudinales, transversales y diagonales
9	Fallas de fisura de durabilidad
127	Fallas de daño de juntas
13	Fallas de bacheos grandes y corte para instalaciones
1	Falla de desprendimiento superficial mapa de fisuras
1	Falla de asentamiento o fallas
10	Fallas de losa fragmentada
37	Fallas de desprendimiento de junta
16	Fallas de desprendimiento de esquina

Fuente: Higuera, V. (2015)

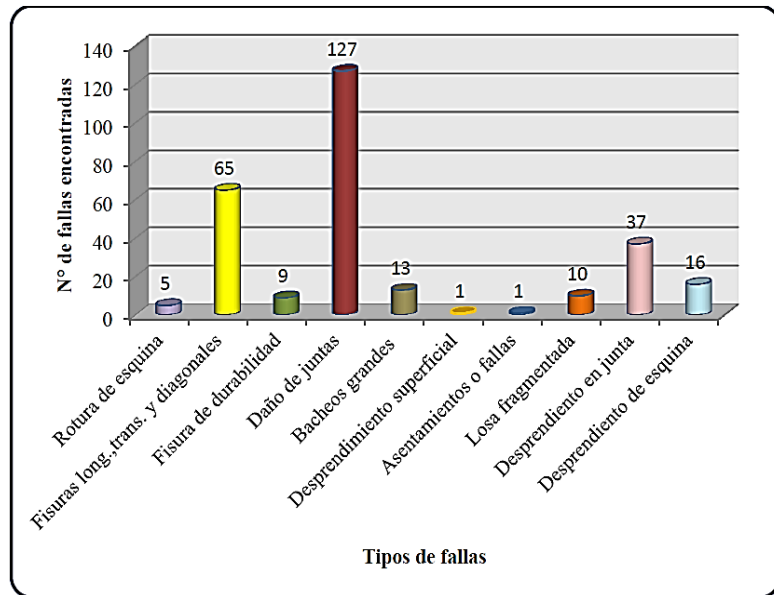


Figura 1. “Resumen de fallas (0+000 – 1+636)”⁽³⁾.

Se **concluyó** la presente tesis:

- *“En las losas analizadas la mayor parte de problemas que encontramos son de daño de juntas que pueden ser causadas por la falta de utilización de un producto adecuado para el sello.*
- *Encontramos deterioros de losas con presencia de fisuras en un porcentaje menor pero de igual preocupación talvez por causa del largo de los paños que pasan los 5 m., la mala ejecución de las juntas y en algunos casos la no ejecución de dichas juntas.*
- *Los desprendimientos en junta y de esquina son otros de los problemas que aparecen a lo largo de la vía que se pueden deber a las cargas que pasan por la vía diariamente”⁽³⁾.*

2.1.2. Antecedentes nacionales

a) El autor, **Espinoza D., Liñan M.** ⁽⁴⁾, en su tesis *“Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018”*, el **objetivo general** fue *“Evaluar el pavimento rígido aplicando el Método Índice de Condición del Pavimento en el Jirón Augusto B. Leguía, ubicado en el distrito de Independencia, Huaraz, Ancash”*.

Llegando a los siguientes **resultados**:

- *“Se pudo apreciar que 301 losa tiene daño de sello de juntas, 36 losas tienen daño de losa dividida, 25 losas tienen daño de grietas lineales, 19 losas tienen daño grieta de esquina 11 losas tienen daño parcheo grande 7 losas tienen daño de punzonamiento 2 losas tienen daño descascaramiento de esquina 1 losa tiene daño de descascaramiento de junta.*
- *Se pudo apreciar que el 74.88% de losas tiene daño de sello de juntas, el 8.96% de losas tienen daño de losa dividida, el 6.22% de losas tienen daño de grietas lineales, el 4.73% de losas tienen daño grieta de esquina el 2.74% de losas tienen daño parcheo grande el 1.74% de losas tienen daño de punzonamiento el 0.50% de losas tienen daño descascaramiento de*

esquina y el 0.25% de losa tiene daño de descascamiento de junta.

- *El resultado del PCI en el presente tramo fue de 26 cuya clasificación estuvo en condiciones de MALO.*
- *Se pudo apreciar que la muestra 1 tiene un PCI de 46 y su clasificación es regular, la muestra 2 tiene un PCI de 34 y su clasificación es malo, la muestra 3 tiene un PCI de 40 y su clasificación es regular, la muestra 4cd tiene un PCI de 76 y su clasificación es muy bueno, la muestra 4ci tiene un PCI de 34 y su clasificación es malo, la muestra 5cd tiene un PCI de 62 y su clasificación es malo, la muestra 5ci tiene un PCI de 34 y su clasificación es malo, la muestra 6 tiene un PCI de 20 y su clasificación es muy malo, la muestra 7 tiene un PCI de 75 y su clasificación es muy bueno, la muestra 8 tiene un PCI de 69 y su clasificación es bueno, la muestra 9 tiene un PCI de 40 y su clasificación es regular, la muestra 10 tiene un PCI de 50 y su clasificación es regular, la muestra 11 tiene un PCI de 60 y su clasificación es bueno”⁽⁴⁾.*

b) Según, **Perez M.** ⁽⁵⁾, en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de la av. Saenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria,**

provincia Coronel Portillo, región Ucayali – Agosto 2017”, obtuvo los siguientes **resultados** por muestras:

- *“Muestra UM-1: Este tramo se encuentra entre los jirones 07 de junio hasta jr. Prolongación Ucayali, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, desconchamiento 100%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 2.78%.*
- *Muestra UM-2: Este tramo se encuentra entre los jirones Jr. Prolongacion Ucayali hasta jr. Andrés Razuri, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 77.78%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 2.78%*
- *Muestra UM-3: Este tramo se encuentra entre los Jr. Andrés Razuri hasta jr. Tarapacá, haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 100%, losa dividida 5.56 %, y parcheo pequeño 5.56%.*
- *Muestra UM-4: Este tramo se encuentra entre los, Jr. Tarapacá hasta calle. Piura haciendo un total de 36 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño*

sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta de esquina 5.56%, y grieta lineal 2.78%.

- *Muestra UM-5: Este tramo se encuentra entre los, Jr. Piura hasta jr. Atahualpa haciendo un total de 44 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 97.3%, Sello de junta 2.27%.*
- *Muestra UM-6: Este tramo se encuentra entre los Jr. Atahualpa hasta jr. Inmaculada haciendo un total de 40 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 99.91%, grieta lineal 2.27%, grieta de esquina 4.55%, y parche grande 2.27%.*
- *Muestra UM-7: Este tramo se encuentra entre los Jr. Inmaculada hasta calle Paita haciendo un total de 70 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, Sello de junta 11.43%.*
- *Muestra UM-8: Este tramo se encuentra entre las calles. Paita hasta la calle. Junín haciendo un total de 33 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 16.67%, y grieta de esquina 3.03%.*

- *Muestra UM-9: Este tramo se encuentra entre la calle Junín hasta jr. Francisco Pizarro, haciendo un total de 50 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 16%.*
- *Muestra UM-10: Este tramo se encuentra entre, los Jr. Francisco Pizarro hasta jr. Jr. Francisco de Orellana haciendo un total de 62 paños, se caracteriza por la densidad respecto al daño sufrido por pulimento de agregados es el 100%, grieta lineal 8.06% y grieta de esquina 1.61%”⁽⁵⁾.*

Llegando a las siguientes **conclusiones:**

- *“Se llegó a determinar el PCI promedio siendo este igual a 74, que representa una condición de pavimento de muy bueno.*
- *Existe influencia de las patologías en el PCI en la avenida Sáenz Peña de los cuales los más resaltantes son: Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, y Parcheo grande. Pero a su vez esta no condiciona su operabilidad ya que la avenida sigue en condición de muy bueno.*
- *Se acepta la hipótesis de investigación o hipótesis alterna que plantea que el PCI para la avenida Sáenz Peña es mayor a 50. Puesto que el valor de alfa*

resultante fue menor que 0.05. Los espesores de las losas de los pavimentos rígidos son muy delgadas (menos de 10 cm).

- *De acuerdo con análisis de diferencias de medias para Tukey y Duncan las patologías que más influyen en el PCI en la avenida Sáenz Peña son Pulimiento de agregado, Grieta de esquina, Parcheo grande; seguido de Grieta lineal, Sello de junta, y con mucha menos influencia que las anteriores, Parcheo pequeño, y losa dividida”⁽⁵⁾.*

c) Según el autor, **Marin A.** ⁽⁶⁾, en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en el jirón Santa Clara del distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, Mayo-2017”**, planteó como **objetivo** *“determinar el tipo y nivel de patologías, el índice de integridad estructural de Pavimento y Condición operacional de la superficie de la pista en el jirón Santa Clara del Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, a partir de la determinación y evaluación de las patologías encontradas en dicho pavimento”*.

Se obtuvo los siguientes **resultados**:

“Procesando los resultados del PCI obtenidos en cada una de las cinco unidades muestrales, como sigue:

- *UM-01: 66.97*
- *UM-02: 57.35*
- *UM-03: 52.83*
- *UM-04: 44.93*
- *UM-05: 55.09*

Se promedia los PCI calculados, obteniendo un resultado final de 55.43% con clasificación de BUENO, con un número total de 214 losas, distribuidas en las 05 cuadras analizadas”⁽⁶⁾.

La presente tesis se **concluyó**:

“El porcentaje obtenido por cada patología es como se detalla a continuación:

- *Grietas de esquina (severidad media) 5.11%*
- *Losa dividida (severidad media) 6.11%*
- *Daño del sello de la junta (severidad media) 3.73%*
- *Grietas lineales (severidad media) 33.95%*
- *Parche grande (severidad media) 1.49%*
- *Pulimiento de agregados (sin severidad) 44.48%*
- *Punzonamiento (severidad media) 5.13%*

El estado actual en el que se encuentra el Jr. Santa clara, distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo,

Región de Ucayali, obtiene un PCI de 55.43% en una clasificación de BUENO, según el rango de PCI 70-55”⁽⁶⁾.

2.1.3. Antecedentes locales

- a) Según el autor, **Alvariano J.** ⁽⁷⁾, en su tesis **“Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, región de Junín, Abril – 2016”**, planteó como **objetivo general**, **“Determinar un índice de condición de pavimento, para las diferentes cuadras de la avenida Las Malvinas del distrito de Mazamari, provincia de Satipo, departamento de Junín, Abril 2016”**.

Obteniendo los siguientes **resultados**:

Tabla 2. “Tipos de patologías presentes en la estructura de pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 2, 3 y 4 del distrito de Mazamari” ⁽⁷⁾.

Tipos de patologías	losas afectadas	total de losas afectadas	porcentaje afectado
Grieta lineal	26	130	20.00%
Grieta de esquina	30		23.08%
Grieta de retracción	30		23.08%
Desconchamiento	4		3.08%
Parche grande	34		26.15%
Losa dividida	2		1.54%
Escala	4		3.08%

Fuente: Alvariano, J. (2016)

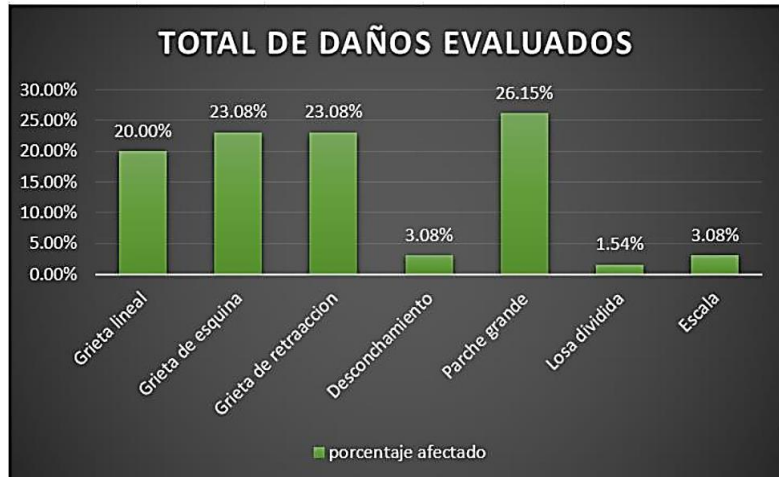


Figura 2. “Porcentaje de los daños evaluados en las 6 unidades”⁽⁷⁾.

Tabla 3. “Índice general de toda la estructura de pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadras 1,2 y 4 del distrito de Mazamari”⁽⁷⁾.

Índice de PCI		Índice general de toda la estructura de pavimento.
Muestra 1	65.75	52.76 Regular
Muestra 2	63.87	
Muestra 3	45.4	
Muestra 4	53	
Muestra 5	47	
Muestra 6	42	

Fuente: Alvariano, J. (2016)



Figura 3. “Índice general de PCI de todas las muestras evaluadas”⁽⁷⁾.

Se llegó a las siguientes **conclusiones:**

- *“En la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 02 del distrito de Mazamari, se analizaron dos unidades de muestra 1 y 2, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, desconchamiento y parche grande, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado bueno.*
- *Para la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 03 del distrito de Mazamari, se analizaron dos unidades de muestra 3 y 4, se encontró los siguientes daños: grieta lineal, grieta de esquina, grietas de grietas de retracción, parche grande y losa dividida, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular.*
- *Analizando la superficie del pavimento rígido de la avenida las Malvinas cuadra 04 del distrito de Mazamari, se inspeccionaron dos unidades de muestra 5 y 6, se encontró los siguientes daños: grieta lineal,*

grieta de esquina, grieta de retracción, parche grande y escala, se realizó un análisis en un cuadro de resumen con sus gráficos en el cual se representa la densidad del pavimento estudiado y su calificación según el PCI, se obtuvo un resultado que el pavimento en estudio se encuentra en un estado regular”⁽⁷⁾.

b) Según, **Bernaola R.** ⁽⁸⁾, en su tesis **“Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la av. Huancavelica, distrito Chilca, Huancayo - 2014”**, planteó como **objetivo general**, *“Evaluar y determinar índice de condición del pavimento rígido de la av. Huancavelica, distrito de Chilca, Huancayo”*.

“Teniendo como resultado, la cuantificación total de fallas registradas en el trabajo realizado se puede apreciar en el siguiente cuadro final los porcentajes de densidad acumuladas en cada tramo así como los porcentajes totales que representen”⁽⁸⁾.

Tabla 4. *“Cuadro final de porcentajes incidencia según tipo de falla para la selección de pavimento analizado”⁽⁸⁾.*

TRAMO	Tipo de falla			
	Funcional	Funcional (%)	Estructural	Estructural (%)
C14	20.59	30.43	47.06	69.57
C1	29.63	26.23	83.33	73.77
C2	40.00	26.32	112.00	73.68
C3	31.25	41.67	43.75	58.33
C4	37.50	28.57	93.75	71.43
C5	16.22	19.67	66.22	80.33
Total	175.18	28.20	446.11	71.80

Fuente: Bernaola, R. (2014)

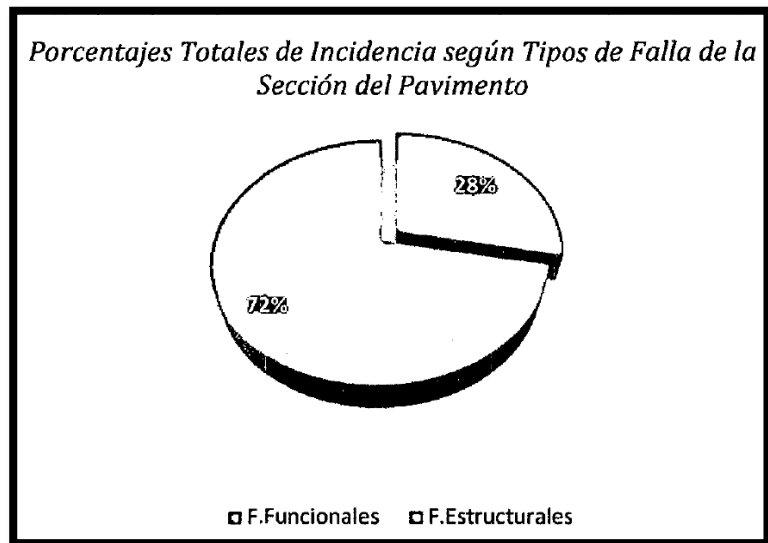


Figura 4. “Porcentajes Totales de incidencia según tipo de falla en la sección de pavimento analizada”⁽⁸⁾.

Llegando a las siguientes **conclusiones:**

- “Dentro del grupo de unidades analizadas se pudo apreciar que la unidad "C-3" tiene el índice PCI más elevado llegando a 66.29 dentro de una clasificación "Bueno" y que el índice PCI más bajo corresponde a la unidad "C-2" con 39.81 estando clasificado dentro del intervalo de "Malo", lo que nos da una idea de la variación de estados de la Sección de Pavimento analizada en cada uno de los tramos”⁽⁸⁾.
- “Uno de los tipos daños más notorios y recurrentes encontradas dentro de las unidades de análisis fueron las de bacheos por acometidas de servicios públicos, por lo que se debería de prever de espacios adecuados para este tipo de servicios en futuras construcciones similares o en la rehabilitaciones que se fueran a

hacer, para de esta manera evitar fracturas en la losas lo que da origen muchas veces a otros tipos de daños”

⁽⁸⁾.

- *“Según el deterioro del Pavimento y enfocado desde un punto de vista de Costo y Efectividad de la rehabilitación a recomendar, la estructura evaluada con PCI final de 53.89 aún se encuentra en la "Zona Optima de Rehabilitación" el cual comprende un índice de PCI de 55 con un intervalo ± 7 ; habiendo cumplido para esto un 75% de la vida útil de la infraestructura”*

⁽⁸⁾.

- *“Al PCI determinado (53.89) se le asigna una Zona de Mantenimiento y Rehabilitación de "Acción Mayor" según la Clasificación del PCI recomendado; esta zona de clasificación de mantenimiento nos sugiere las siguientes medidas a tomar como posibles soluciones para la infraestructura vial: Resellado de juntas y sellado de grietas, reparación de losas en espesor total, colocación de barras de transferencia de carga, microfresado de losas en calzada y bermas, reemplazo de losas, reemplazo de losas por pavimento flexible”⁽⁸⁾.*

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Pavimento

Según **Tapia M.** ⁽⁹⁾, *“El pavimento, es un sistema que está caracterizado por las propiedades por las propiedades,*

espesores y acomodo de los distintos materiales que conforman un conjunto de capas colocadas y apoyadas sobre otra, denominada “subrasante”, con el propósito de recibir en forma directa las cargas del tránsito y transmitir las a los estratos inferiores en forma disipada y distribuyéndolas con uniformidad”.

Según el **Reglamento Nacional de Edificaciones CE.010 (Componentes Estructurales)** ⁽¹⁰⁾, define al pavimento como *“estructura compuesta por capas que apoya en toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado Período de Diseño y dentro de un rango de Severidad. Esta definición incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasaje peatonales y ciclovías”.*

Para **Ramírez R., Godoy A.** ⁽¹¹⁾, *“se denomina pavimento al conjunto de capas de material seleccionado cuya función es recibir las cargas directas del tránsito y transmitir las a las capas inferiores en forma disipada y al mismo tiempo proveer de una superficie de rodamiento estable”.*

Según **Montejo A.** ⁽¹²⁾, *“un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de*

exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento”.

Para **Higuera C.** ⁽¹³⁾, *“el pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados que se construyen técnicamente sobre la subrasante, y es capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medioambiente, así como transmitir al suelo de apoyo o fundación esfuerzos y deformaciones tolerables, además de proporcionar la circulación de los vehículos con rapidez, comodidad, seguridad y economía”.*

2.2.1.1. Clasificación de los pavimentos

“Actualmente se cuenta con una gran variedad de pavimentos que, atendiendo los criterios tradicionales, básicamente pueden clasificarse en: rígidos y flexibles, semirrígidos”⁽⁹⁾.

a) Pavimento flexible

De acuerdo a la **Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)** ⁽¹⁴⁾, *“los pavimentos flexibles generalmente consisten de un suelo de fundación preparado (subrasante), subyacente a las capas de sub base, base y superficie de rodadura. En algunos casos la sub-base y/o*

base se estabilizan para maximizar el uso de los materiales locales”.

“Se denominan pavimentos flexibles todos aquellos que están formados por una capa bituminosa apoyada sobre una o varias capas de gran flexibilidad (base y subbase) que transmiten los esfuerzos al terreno de soporte o fundación mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales van disminuyendo con la profundidad”⁽¹³⁾.

“El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil”⁽¹²⁾.

b) Pavimento rígido

“Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico de gran rigidez, apoyada sobre la subrasante o una capa de material seleccionado que se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como a su elevado módulo de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia”⁽¹²⁾.

“Los pavimentos rígidos se clasifican según el empleo o no de varillas de acero y según la utilización o no de juntas transversales de contracción. Las juntas longitudinales son comunes a todos los casos, pues su necesidad es sobre todo constructiva. Así tenemos el pavimento de hormigón simple con juntas, el pavimento de hormigón armado con juntas, el pavimento de hormigón armado continuamente y el pavimento de hormigón armado estructuralmente. De los tres, solamente en el armado estructuralmente el acero cumple una función de absorción de esfuerzos de tracción; en los otros dos el acero solamente cumple una función de control de la fisuración”⁽¹¹⁾.

Según **Altamirano L.**⁽¹⁵⁾, *“las ventajas de un pavimento de concreto hidráulico radican en:*

- 1) Velocidad en su construcción*
- 2) Mayor vida útil con alto índice de servicio*
- 3) Mantenimiento mínimo*
- 4) No se deforma ni deteriora con el tiempo*
- 5) Requiere menor estructura de soporte.”*

c) Pavimento semirrígido

Según **Gomez S.**⁽¹⁶⁾, *“Al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas*

de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de 60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.”

2.2.1.2. Subrasante

Para **Calo D., Polzinetti M.** ⁽¹⁷⁾, *“La subrasante es el suelo natural o de relleno compactado, por encima del cual se construye el paquete estructural. Una de sus funciones principales es la de proporcionar un apoyo uniforme y establece en el tiempo, bajo la acción del tránsito y de las condiciones climáticas presentes, durante toda la vida útil del pavimento”.*

2.2.1.3. Subbase

“La función principal de la subbase es la de mejorar las condiciones de uniformidad y estabilidad en el apoyo de la estructura rígida durante el período en servicio del pavimento”⁽¹⁷⁾.

2.2.1.4. Tipos de pavimentos rígidos

- *“Los pavimentos de concreto simple se construyen sin acero de refuerzo y sin varillas (dovelas) de transferencia de carga*

en las juntas. Dicha transferencia se logra a través de la trabazón de los agregados de las dos cargas agrietadas de las losas contiguas, formadas por el aserrado o corte de la junta. Para que la transferencia de carga sea efectiva, es preciso tener losas cortas.

- *Los pavimentos de concreto simple con varillas de transferencia de carga (pasadores o dovelas), se construyen sin acero de refuerzo, sin embargo en ellos se disponen varillas lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de carga, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento.*
- *Los pavimentos reforzados contienen acero de refuerzo y dovelas en las juntas de contracción. Estos pavimentos se construyen con separaciones entre juntas superiores a las utilizadas en pavimentos convencionales. Debido a ello, es posible que entre las juntas se produzcan una o más fisuras transversales, las cuales se mantienen prácticamente cerradas a causa del acero de refuerzo, lográndose una excelente transferencia de cargas a través de ellas.*
- *Los pavimentos con refuerzo continuo, por su parte, se construyen sin juntas de contracción. Debido a su relativo alto y continuo contenido de acero en dirección longitudinal, estos pavimentos desarrollan fisuras*

transversales a intervalos muy cortos. Sin embargo, por la presencia del refuerzo, se desarrolla a un alto grado de transferencia de carga en las caras de las fisuras”⁽¹⁸⁾.

2.2.1.5. Evaluación de pavimentos

“Los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar, esto significa que la plataforma debe entregar un nivel de servicio acorde a la demanda solicitada”⁽¹⁹⁾.

“La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de los pavimentos, es así, que es de suma importancia elegir y realizar una evaluación que sea objetiva y acorde al medio en que se encuentre”⁽¹⁹⁾.

- *“Importancia de evaluación de pavimentos”⁽¹⁹⁾.*

“La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima”⁽¹⁹⁾.

“Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto”⁽¹⁹⁾.

“La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos Mayores”⁽¹⁹⁾.

- *“Objetivos en la evaluación de pavimentos”⁽¹⁹⁾.*

“La objetividad en la evaluación de pavimentos juega un papel primordial, pues se necesita personas verdaderamente capacitadas para que realicen las evaluaciones, de no ser así, dichas pruebas pueden perder credibilidad con el tiempo y no podrán ser comparadas, además, es importante que se escoja un modelo de evaluación que se encuentre estandarizado para poder decir que se ha realizado una evaluación verdaderamente objetiva”⁽¹⁹⁾.

2.2.2. Patología

“La patología es el estudio de las enfermedades, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas”⁽¹¹⁾.

2.2.2.1. Glosario de tipos de daños

En su informe, **Vásquez L.** ⁽²⁰⁾, describe en la tabla los siguientes tipos de daños:

Tabla 5. *“Glosario inglés – español de los tipos de daños”⁽²⁰⁾.*

SUPERFICIE DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND.	
Blow up / Buckling	Blowup / Buckling
Corner Break	Grieta de Esquina

Divide Slab	Losa Dividida
Durability “D” Crack	Grieta de Durabilidad “D”
Faulting	Escala
Joint Seal	Sello de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Linear Cracking	Grietas Lineales
Patching (Large)	Parqueo grande
Patching (Small)	Parqueo pequeño
Polished Aggregates	Pulimiento de Agregados
Popouts	Popouts
Pumping	Bombeo
Punch - out	Punzonamiento
Railroad crossing	Cruce de Vía Férrea
Scaling / Map Cracking / Crazing	Desconchamiento / Mapa de Grietas / Craquelado
Shrinkage Cracks	Grietas de Retracción
Spalling Corner	Descascaramiento de Esquina
Spalling Joint	Descascaramiento de Junta

Fuente: Vásquez L. (2002)

2.2.2.2. Índice de Condición de Pavimento (PCI)

“El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clases, severidad y cantidad que cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima”⁽²⁰⁾.

“Índice de condición del pavimento (PCI). Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100)

para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento”⁽²⁰⁾.

Según la **norma ASTM D6433-07**.⁽²¹⁾, define que “*el PCI es un indicador numérico que clasifica la condición de la superficie del pavimento. El PCI proporciona una medida de la condición actual del pavimento en función de la angustia observada en la superficie del pavimento, que también indica la integridad estructural y el estado operacional de la superficie (rugosidad y seguridad localizadas). El PCI no puede medir la capacidad estructural ni proporciona una medición directa de la resistencia al deslizamiento o la rugosidad. Proporciona una base objetiva y racional para determinar las necesidades y prioridades de mantenimiento y reparación. El monitoreo continuo del PCI se utiliza para establecer la tasa de deterioro del pavimento, lo que permite la identificación temprana de las principales necesidades de rehabilitación. El PCI proporciona información sobre el rendimiento del pavimento para la validación o mejora del diseño actual del pavimento y los procedimientos de mantenimiento.*”

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

Figura 5. Índice PCI.

a) *“Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento”⁽²⁰⁾*

“La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin. Las figuras son ilustrativas y en la práctica debe proveerse el espacio necesario para consignar toda la información pertinente”

⁽²⁰⁾.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR:			FECHA:			
CALLE / JIRÓN / AVENIDA:						
DISTRITO:			PROVINCIA:			
REGIÓN:			TIPO DE USO:			
ANCHO DEL PAVIMENTO: m			LARGO: m			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:			AREA: m ²			
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS:			NÚMERO TOTAL DE LOSAS:			
MUESTRA			PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS			
			• • • •			
			• • • •			
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)			• • • •			
ID	TIPO DE DAÑO		• • • •			
21	Blow-up / Buckling		• • • •			
22	Grieta de Esquina (Corner Break)		• • • •			
23	Losa Dividida (Divided Slab)		• • • •			
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Crackin		• • • •			
25	Escala (Faulting)		• • • •			
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)		• • • •			
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)		• • • •			
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)		• • • •			
29	Parche Grande (Patching, Large)		• • • •			
30	Parche Pequeño (Patching, Small)		• • • •			
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)		• • • •			
32	Popouts		• • • •			
33	Bombeo (Pumping)		• • • •			
34	Punzonamiento (Punchout)		• • • •			
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)		• • • •			
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)		MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD		
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		0	L	Severidad Baja	
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)			M	Severidad Media	
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)			H	Severidad Alta	
ID⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	Nº LOSAS	N/S⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

Figura 6. Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.

b) “Grado de severidad de daños”⁽²⁰⁾

“Cuando se realiza la inspección de daños, debe evaluarse la calidad de tránsito (o calidad del viaje) para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. A continuación, se presenta una guía general de ayuda para establecer el grado de severidad de la calidad de tránsito”⁽²⁰⁾.

“L: (Low: Bajo): Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad”⁽²⁰⁾.

“M: (Medium: Medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad”⁽²⁰⁾.

“H: (High: Alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo”⁽²⁰⁾.

“La calidad de tránsito se determina recorriendo la sección de pavimento en un automóvil de tamaño estándar a la velocidad establecida por el límite legal. Las secciones de pavimento cercanas a señales de detención deben calificarse a la velocidad de desaceleración normal de aproximación a la señal”⁽²⁰⁾.

c) *“Cálculo para Pavimentos con Capa de Rodadura en Concreto de Cemento Pórtland”*⁽²⁰⁾

- *“Cálculo de los Valores Reducidos (VR)”*⁽²⁰⁾

“Para cada combinación particular de tipos de fallas y grados de severidad, sumar el número de losas en las cual se presentan”⁽²⁰⁾.

“Dividir el número de losas entre el número total de losas en la unidad de muestra y luego multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje de la densidad de cada combinación de falla y grado de severidad”⁽²⁰⁾.

“Determine los Valores Reducidos (VR) para cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad empleando la curva de “Valor Deducido de Daño” apropiada entre las que se adjuntan a este documento”⁽²⁰⁾.

- **Cálculo de PCI**

“Si solo uno o ninguno de los VD es Mayor a 2, la suma de los VDs es utilizada en lugar del máximo VDC para la determinación del PCI. De no ser así utilizar el siguiente procedimiento para determinar el máximo VDC”⁽²⁰⁾.

“Determinar m, el máximo número de fallas permitidas:

$$m = 1 + (9/98) * (100 - VAR)$$

Dónde:

m = Número permitido de VDs incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a 10).

VAR = Valor individual más alto de VD”⁽²⁰⁾

“Ingresar en la tabla, los VDs en la primera fila en forma descendente, reemplazando el menor VD por el producto del mismo y la fracción decimal del m calculado y utilizar este valor como el menor en la primera fila. Si el número de VDs es menor al valor de m, ingresar todos los VDs en la tabla. Si el número de VDs es Mayor a m utilizar los m valores más altos solamente”⁽²⁰⁾.

“Sumar todos los valores de VDs de la fila y colocar ese valor en la columna de “total”, luego poner en la columna “q” el número de valores de VDs que son Mayores a 2”⁽²⁰⁾.

“Determinar el VDC con la curva de corrección correcta, para pavimentos para de concreto, con los valores de “Total” y “q””⁽²⁰⁾.

“Copiar los VDs a la siguiente línea, cambiando el menor valor de VD Mayor que 2 a 2. Luego repetir lo anterior hasta que se cumpla “q” = 1”⁽²⁰⁾.

“El máximo VDC es el valor más alto de la columna VDC”⁽²⁰⁾

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)														
N°	VALORES DEDUCIDOS										q	VDT	VDC	
1														
2														
3														
4														
5														

Figura 7. Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido.

“Finalmente calcule el PCI, restando el “máximo VDC” de 100.

$$PCI = 100 - VDC_{MAX}$$

Dónde:

PCI: Índice de condición presente.

Máx. VDC: Máximo valor corregido deducido”⁽²⁰⁾.

2.2.2.3. “Manual de daños en pavimentos rígidos”⁽²⁰⁾

21. “Blowup – Buckling”⁽²⁰⁾

“Descripción: Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos”⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

L: Causa una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Causa una calidad de tránsito de severidad media.

H: Causa una calidad de tránsito de alta severidad”⁽²⁰⁾.

“Medida

En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato”⁽²⁰⁾.

“Opciones de Reparación

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

M: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo. Reemplazo de la losa”⁽²⁰⁾.



Figura 8. *“Blowup – Buckling de baja severidad”⁽²⁰⁾.*

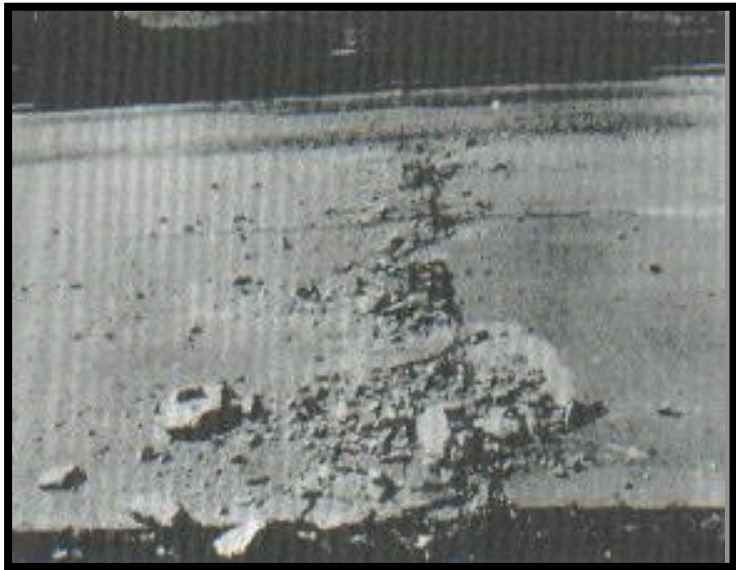


Figura 9. "Blowup - Buckling de severidad media" ⁽²⁰⁾.



Figura 10. "Blowup - Buckling de alta severidad" ⁽²⁰⁾.

22. "Grieta de esquina" ⁽²⁰⁾

"Descripción: Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3.70 m por 6.10 m presenta una

grieta a 1.50 m en un lado y a 3.70 m en el otro lado, esta grieta no se considera grieta de esquina sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1.20 m y el otro lado a 2.40 m si es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina”⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

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

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

H: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada”⁽²⁰⁾.

“Medida

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

1. Sólo tiene una grieta de esquina.

2. *Contiene más de una grieta de una severidad particular.*

3. *Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.*

Para dos o más grietas se registrará el Mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa tiene una grieta de esquina de severidad baja y una de severidad media, deberá contabilizarse como una (1) losa con una grieta de esquina media”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

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

M: Sellado de grietas. Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo”⁽²⁰⁾.

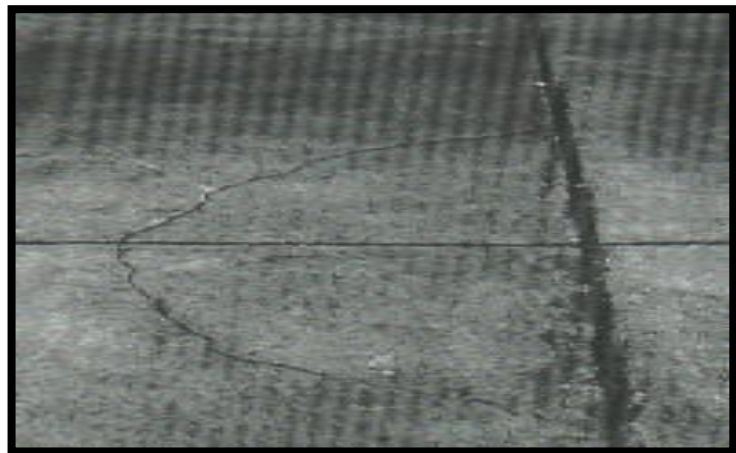


Figura 11. *“Grieta de esquina de baja severidad”⁽²⁰⁾.*

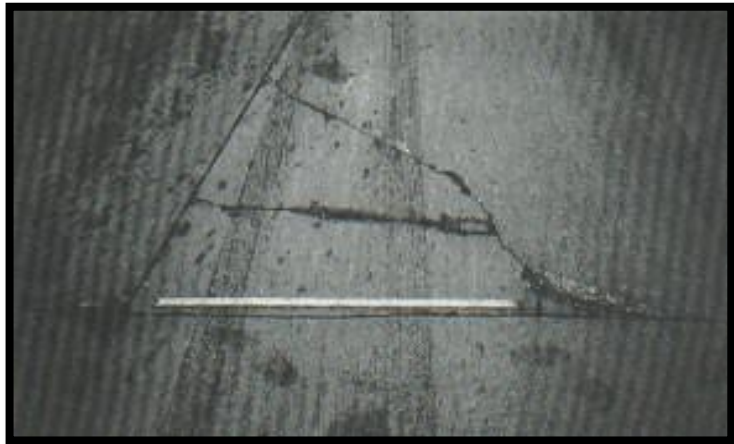


Figura 12. “Grieta de esquina de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 13. “Grieta de esquina de alta severidad”⁽²⁰⁾.

23. “Losa dividida”⁽²⁰⁾

“Descripción: La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

En el Cuadro siguiente se anotan los niveles de severidad para losas divididas”⁽²⁰⁾.

Tabla 6. “Niveles de Severidad para Losa Dividida” ⁽²⁰⁾.

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

Fuente: Vásquez L. (2002)

“Medida

Si la losa dividida es de severidad media o alta, no se contabiliza otro tipo de daño”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

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

M: Reemplazo de la losa.

H: Reemplazo de la losa”⁽²⁰⁾.

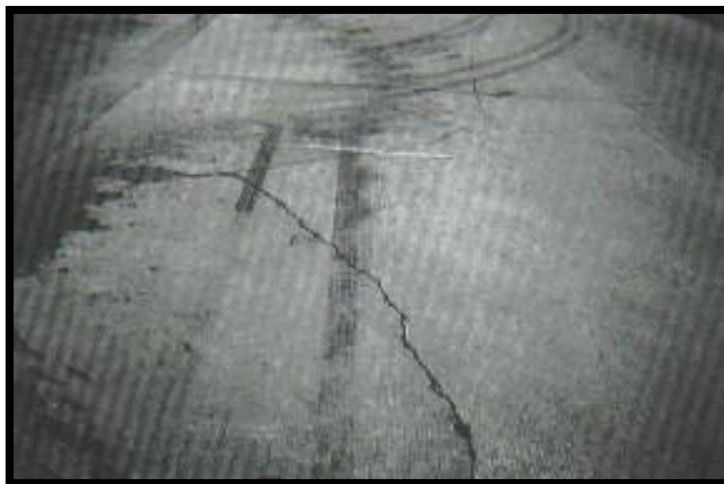


Figura 14. “Losa dividida de baja severidad” ⁽²⁰⁾.



Figura 15. "Losa dividida de severidad media" ⁽²⁰⁾.



Figura 16. "Losa dividida de alta severidad" ⁽²⁰⁾.

24. "Grieta de durabilidad "D" "⁽²⁰⁾

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

una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las inmediaciones de las grietas “D”. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

L: Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa. La Mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Las grietas “D” cubren menos del 15% del área de la losa y la Mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad.

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

H: Las grietas “D” cubren más del 15% del área y la Mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente”⁽²⁰⁾.

“Medida

Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del

nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas “D” de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas.

H: Parcheo profundo. Reconstrucción de juntas. Reemplazo de la losa”⁽²⁰⁾.

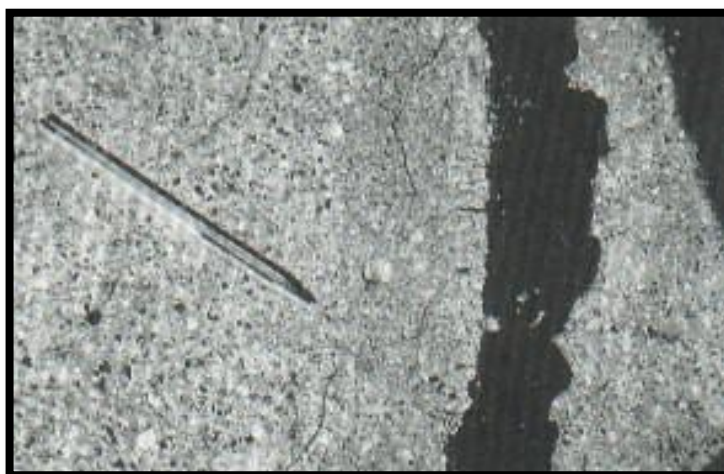


Figura 17. “Grieta de durabilidad “D” de baja severidad”⁽²⁰⁾.



Figura 18. “Grieta de durabilidad “D” de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 19. “Grieta de durabilidad “D” de alta severidad” ⁽²⁰⁾.

25. “Escala” ⁽²⁰⁾

“Descripción:

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

Algunas causas comunes que la originan son:

1. *Asentamiento debido una fundación blanda.*
2. *Bombeo o erosión del material debajo de la losa.*
3. *Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad”* ⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

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

Tabla 7. “Niveles de Severidad para Escala” ⁽²⁰⁾.

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

Fuente: Vásquez L. (2002)

“Medida

La escala a través de una junta se cuenta como una losa. Se cuentan únicamente las losas afectadas. Las escalas a través de una grieta no se cuentan como daño pero se consideran para definir la severidad de las grietas”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Fresado.

H: Fresado”⁽²⁰⁾.



Figura 20. “Escala de baja severidad”⁽²⁰⁾.



Figura 21. “Escala de severidad media”⁽²⁰⁾.

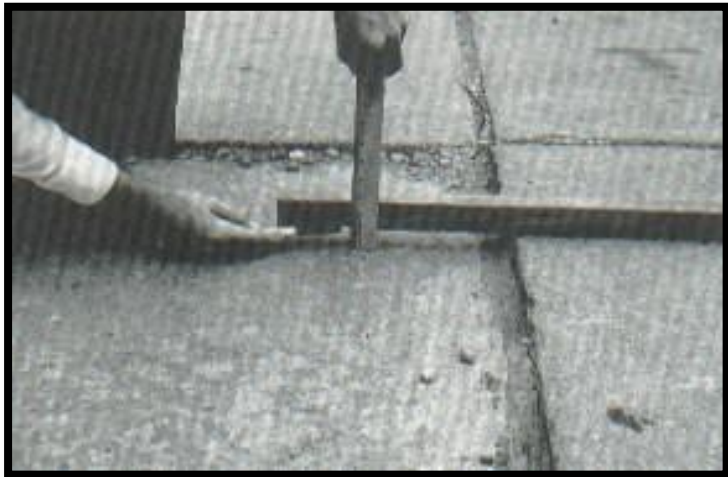


Figura 22. “Escala de alta severidad” ⁽²⁰⁾.

26. “Daño del sello de la junta” ⁽²⁰⁾

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

- 1. Desprendimiento del sellante de la junta.*
- 2. Extrusión del sellante.*
- 3. Crecimiento de vegetación.*
- 4. Endurecimiento del material llenante (oxidación).*
- 5. Perdida de adherencia a los bordes de la losa.*
- 6. Falta o ausencia del sellante en la junta” ⁽²⁰⁾.*

“Niveles de Severidad

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

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

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

El sellante requiere reemplazo inmediato”⁽²⁰⁾.

“Medida

No se registra losa por losa sino que se evalúa con base en la condición total del sellante en toda el área”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de juntas de menor consideración.

H: Sellado de juntas de Mayor consideración”⁽²⁰⁾.

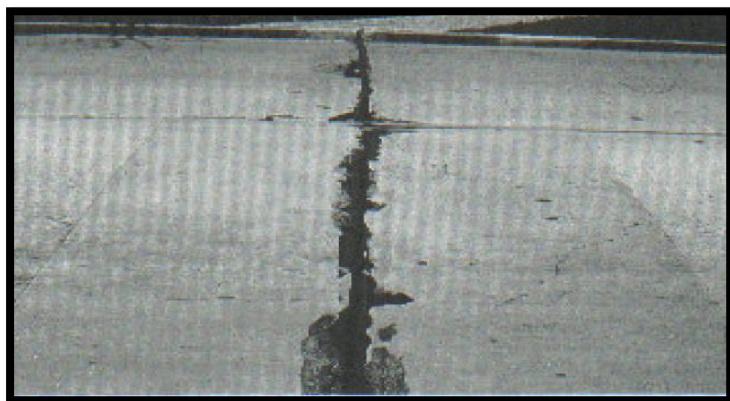


Figura 23. “Daño del sello de la junta de baja severidad”⁽²⁰⁾.



Figura 24. “Daño del sello de la junta de severidad media”⁽²⁰⁾.

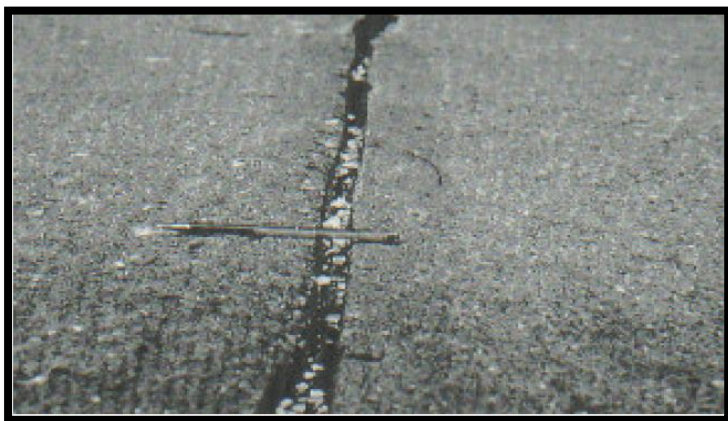


Figura 25. “Daño del sello de la junta de alta severidad”⁽²⁰⁾.

27. “Desnivel carril / berma”⁽²⁰⁾

“Descripción: El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad”⁽²⁰⁾.

“También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua”⁽²⁰⁾.

“Nivel de severidad

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

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

H: La diferencia de niveles es Mayor que 102.0 mm”⁽²⁰⁾.

“Medida

El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril”⁽²⁰⁾.



Figura 26. *“Desnivel carril / berma de baja severidad”⁽²⁰⁾.*

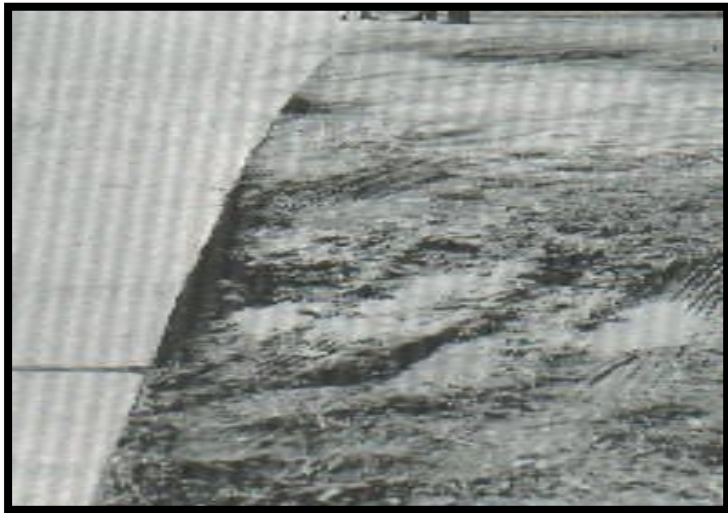


Figura 27. “Desnivel carril / berma de baja severidad”⁽²⁰⁾.



Figura 28. “Desnivel carril / berma de alta severidad”⁽²⁰⁾.

28. “Grietas lineales (Grietas longitudinales, transversales y diagonales)”⁽²⁰⁾

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

severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en todo la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

Losas sin refuerzo

L: Grietas no selladas (incluye llenante inadecuado) con ancho menor que 12.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria.

No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1. Grieta no sellada con ancho entre 12.0 mm y 51.0 mm.*
- 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51.0 mm con escala menor que 10.0 mm.*
- 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10.0 mm.*

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.*
- 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala Mayor que 10.0 mm.*

Losas con refuerzo

L: Grietas no selladas con ancho entre 3.0 mm y 25.0 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1. Grieta no sellada con un ancho entre 25.0 mm y 76.0 mm y sin escala.*
- 2. Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76.0 mm con escala menor que 10.0 mm.*
- 3. Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10.0 mm.*

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- 1. Grieta no sellada de más de 76.0 mm de ancho.*
- 2. Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala Mayor que 10.0 mm.”⁽²⁰⁾*

“Medida

Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.

Las losas divididas en cuatro o más pedazos se cuentan como losas divididas. Las losas de longitud Mayor que 9.10 m se dividen en “losas” de aproximadamente igual longitud y que tienen juntas imaginarias, las cuales se asumen están en perfecta condición”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa”⁽²⁰⁾.



Figura 29. “Grietas lineales de baja severidad”⁽²⁰⁾.

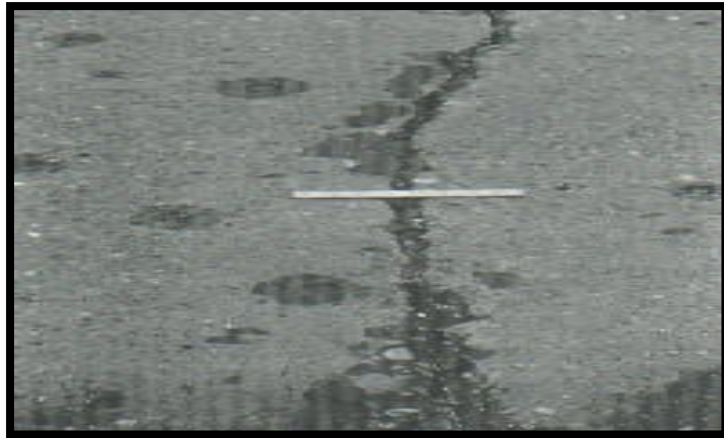


Figura 30. “Grietas lineales de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 31. “Grietas lineales de alta severidad”⁽²⁰⁾.

29. “Parche grande (Mayor de 0.45 m²) y acometidas de servicios públicos”⁽²⁰⁾.

“Descripción: Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

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

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

H: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo”⁽²⁰⁾.

“Medida

Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el Mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta”⁽²⁰⁾.

“Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Sellado de grietas. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche”⁽²⁰⁾.



Figura 32. *“Parche grande y acometida de servicios públicos de baja severidad”⁽²⁰⁾.*

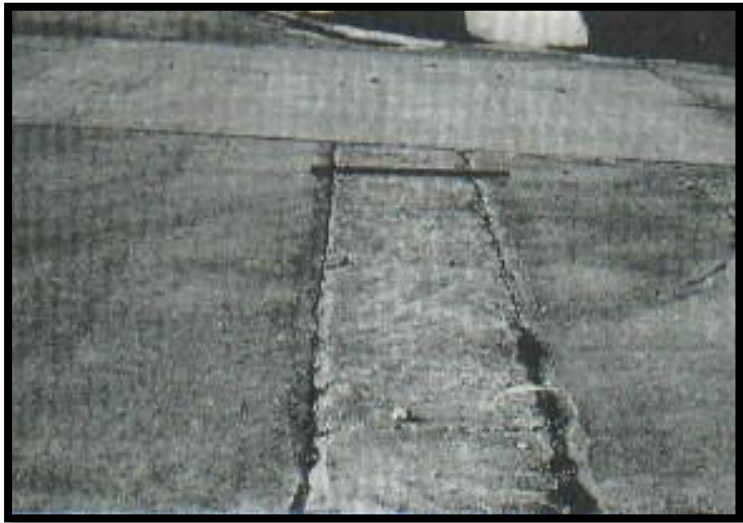


Figura 33. “Parche grande y acometida de servicios públicos de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 34. “Parche grande y acometida de servicios públicos de alta severidad”⁽²⁰⁾.

30. “Parche pequeño (menor de 0.45 m²)”⁽²⁰⁾

“Descripción: Es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por un material de relleno”⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

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

M: El parche está moderadamente deteriorado. El material del parche puede ser retirado con considerable esfuerzo.

H: El parche está muy deteriorado. La extensión del daño exige reemplazo”⁽²⁰⁾.

“Medida

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

Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo del parche.

H: Reemplazo del parche”⁽²⁰⁾.



Figura 35. "Parche pequeño de baja severidad" ⁽²⁰⁾.



Figura 36. "Parche pequeño de severidad media" ⁽²⁰⁾.



Figura 37. "Parche pequeño de alta severidad" ⁽²⁰⁾.

31. *“Pulimento de agregados”*⁽²⁰⁾

“Descripción: Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas” (20).

“Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de incluirlo en un inventario de la condición y calificarlo como un defecto”⁽²⁰⁾.

“Medida

Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L, M y H: Ranurado de la superficie. Sobre carpeta”⁽²⁰⁾.

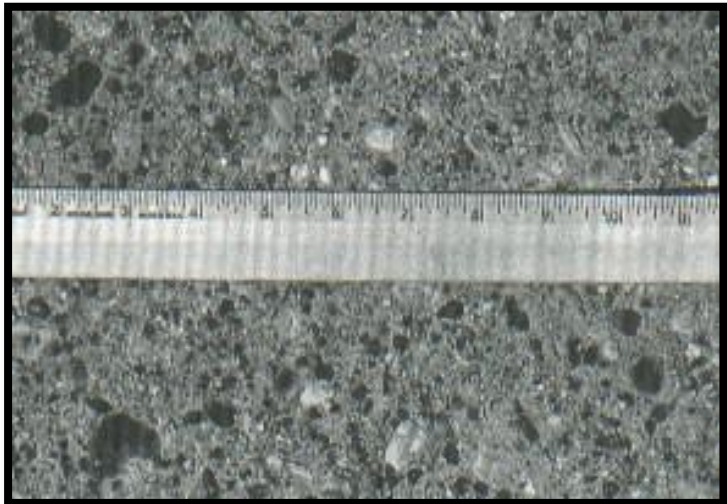


Figura 38. “Pulimento de agregados”⁽²⁰⁾.

32. “Popouts”⁽²⁰⁾

“Descripción: Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.”⁽²⁰⁾

“Niveles de severidad

No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa”⁽²⁰⁾.

“Medida

Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es Mayor que tres popout por

metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es Mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada”⁽²⁰⁾.

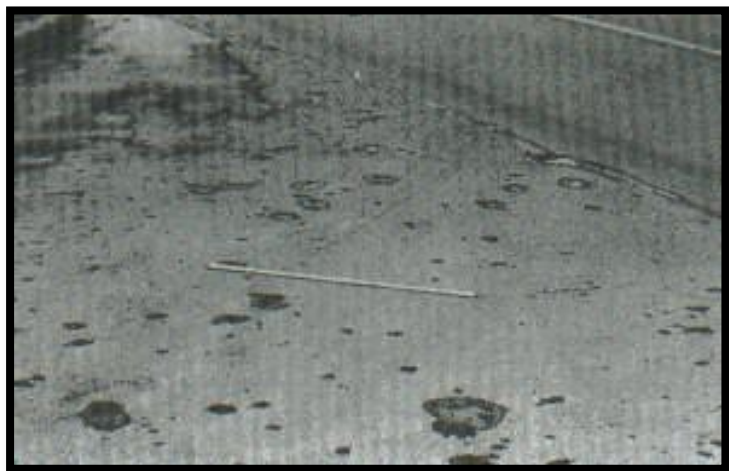


Figura 39. *“Popout”⁽²⁰⁾.*

33. *“Bombeo”⁽²⁰⁾*

“Descripción: El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material

de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas”⁽²⁰⁾.

“El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa causando pérdida de soporte”⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

No se definen grados de severidad. Es suficiente indicar la existencia”⁽²⁰⁾.

“Medida

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L, M y H: Sellado de juntas y grietas. Restauración de la transferencia de cargas”⁽²⁰⁾.

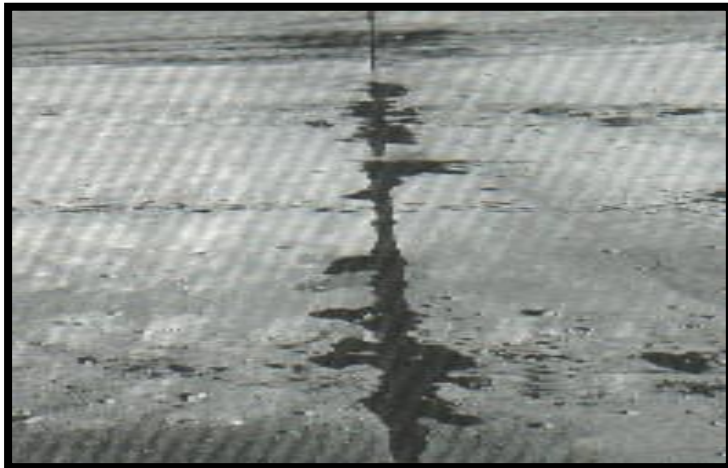


Figura 40. “Bombeo”⁽²⁰⁾.

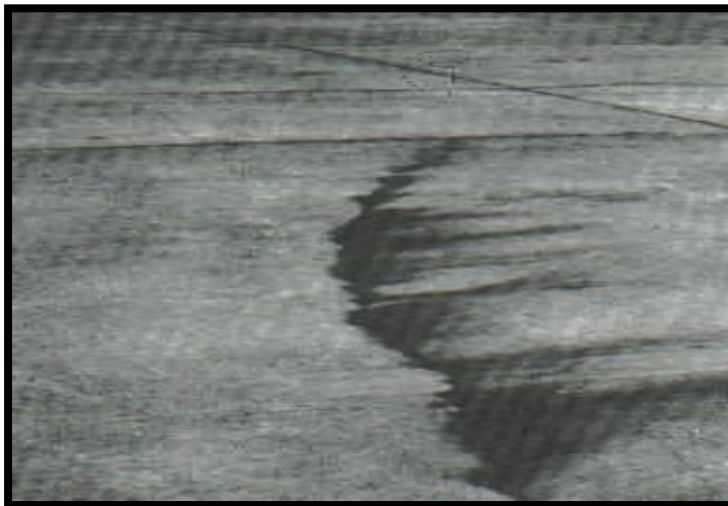


Figura 41. “Bombeo”⁽²⁰⁾.

34. “Punzonamiento”⁽²⁰⁾.

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

deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros) ”⁽²⁰⁾.

Tabla 8. “Niveles de Severidad para Punzonamiento ”⁽²⁰⁾.

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

Fuente: Vásquez L. (2002)

“Medida

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el Mayor nivel de severidad que se presente ”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas.

M: Parcheo profundo.

H: Parcheo profundo ”⁽²⁰⁾.

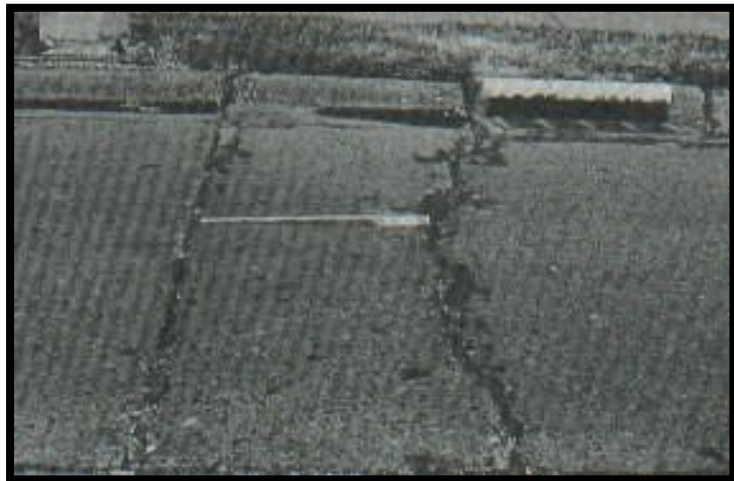


Figura 42. “Punzonamiento de baja severidad ”⁽²⁰⁾.



Figura 43. “Punzonamiento de severidad media”⁽²⁰⁾.

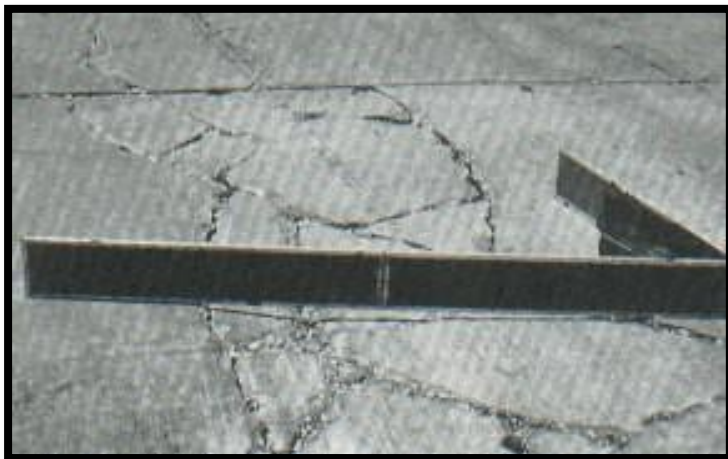


Figura 44. “Punzonamiento de alta severidad”⁽²⁰⁾.

35. “Cruce de vía férrea”⁽²⁰⁾

“Descripción: El daño de cruce de vía férrea se caracteriza por depresiones o abultamientos alrededor de los rieles”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

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

H: El cruce de la vía férrea produce calidad de tránsito de alta severidad”⁽²⁰⁾.

“Medida

Se registra el número de losas atravesadas por los rieles de la vía férrea. Cualquier gran abultamiento producido por los rieles debe contarse como parte del cruce”⁽²⁰⁾.

“Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce”⁽²⁰⁾.



Figura 45. *“Cruce de vía férrea de baja severidad”⁽²⁰⁾.*



Figura 46. “Cruce de vía férrea de severidad media” ⁽²⁰⁾.

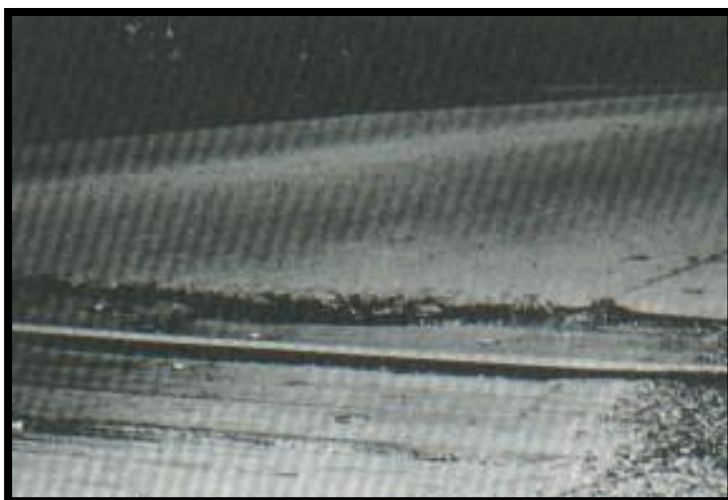


Figura 47. “Cruce de vía férrea de alta severidad” ⁽²⁰⁾.

36. “Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado” ⁽²⁰⁾

“Descripción: El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el

descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6.0mm a 13.0 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad”⁽²⁰⁾.

“Niveles de Severidad

L: El craquelado se presenta en la Mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente.

M: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada.

H: La losa esta descamada en más del 15% de su área”⁽²⁰⁾.

“Medida

Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido”⁽²⁰⁾.

“Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reemplazo de la losa.

H: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa.

Sobrecarpeta”⁽²⁰⁾.



Figura 48. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de baja severidad”⁽²⁰⁾.

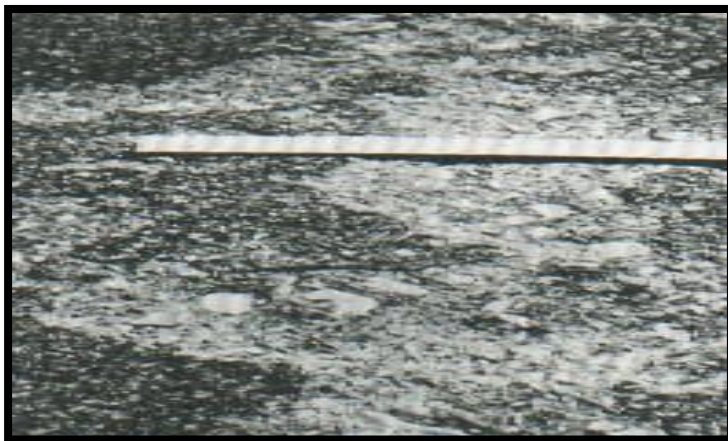


Figura 49. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 50. “Desconchamiento / mapa de grietas / craquelado de alta severidad”⁽²⁰⁾.

37. “Grietas de retracción”⁽²⁰⁾

“Descripción: Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa” (20).

“Niveles de Severidad

No se definen niveles de severidad. Basta con indicar que están presentes” (20).

“Medida

Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción” (20).

“Opciones de reparación

L, M y H: No se hace nada” (20).



Figura 51. *“Grietas de retracción”* (20).

38. *“Descascaramiento de esquina”* (20)

“Descripción: Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascaramiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse”⁽²⁰⁾.

“Niveles de severidad

En el Cuadro siguiente se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² deberá contarse”⁽²⁰⁾.

Tabla 9. “Niveles de Severidad para Descascaramiento de Esquina”⁽²⁰⁾.

Profundidad del Descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento	
	127.0 x 127.0 mm a 305.0 x 305.0 mm	Mayor que 305.0 x 305.0 mm
Menor de 250.0 mm	L	L
> 25.0 mm a 51.0 mm	L	M
Mayor de 51.0 mm	M	H

Fuente: Vásquez L. (2002)

“Medida

Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de

esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad”

(20).

“Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial”⁽²⁰⁾.



Figura 52. “Descascaramiento de esquina de baja severidad”⁽²⁰⁾.



Figura 53. “Descascaramiento de esquina de severidad media”⁽²⁰⁾.



Figura 54. “Descascaramiento de esquina de alta severidad”⁽²⁰⁾.

39. “Descascaramiento de junta”⁽²⁰⁾

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

1. Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
2. Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.”⁽²⁰⁾

“Niveles de Severidad

En el Cuadro 01 se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad”⁽²⁰⁾.

Tabla 10. “Niveles de Severidad para Descascaramiento de Junta”⁽²⁰⁾.

Fragmentos del Descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		< 0.6 m	> 0.6 m
Duros. No puede removerse fácilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos).	< 102 mm	L	L
	> 102 mm	L	L
Sultos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden saltar. 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: Vásquez L. (2002)

“Medida

Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la Mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta”⁽²⁰⁾.

“Opciones para Reparación

L: No se hace nada.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial. Reconstrucción de la junta”⁽²⁰⁾.



Figura 55. “Descascamiento de junta de baja severidad”
⁽²⁰⁾.



Figura 56. “Descascamiento de junta de severidad media”
⁽²⁰⁾.

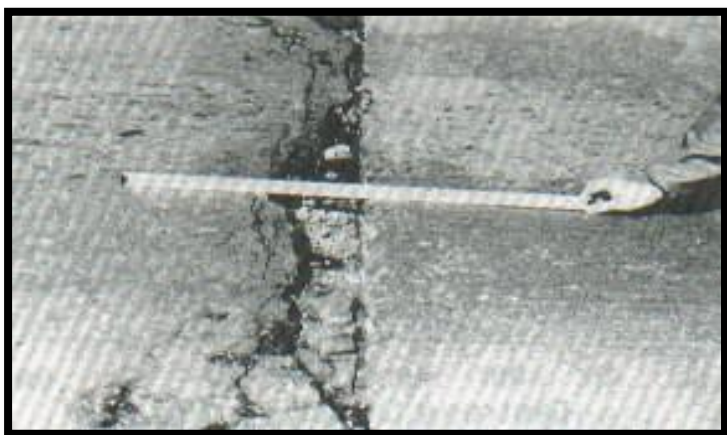


Figura 57. “Descascamiento de junta de alta severidad”
⁽²⁰⁾.

III. Hipótesis

(No aplica al informe de investigación)

IV. Metodología

Tipo de la investigación

Según **Domínguez J.** ⁽²²⁾, en su libro *“Manual de Metodología de la Investigación Científica”*, manifiesta que *“El estudiante define el tipo y nivel de la investigación del estudio que emprende que, por lo general, ya viene orientado desde la línea de la investigación respectiva y depende del estado actual del tema, los objetivos planteados y el enfoque que el estudiante quiera darle al estudio”*.

Para **Sánchez H., Reyes C.** ⁽²³⁾, en su libro *“Metodología y Diseños en la Investigación Científica”* define a la Investigación Sustantiva *“como aquella que trata de responder a los problemas sustanciales, en tal sentido, está orientada, a describir, explicar, predecir o retrocedir la realidad, con lo cual se va en búsqueda de principios y leyes generales que permita organizar una teoría científica”*.

“La investigación sustantiva tiene dos niveles: La investigación descriptiva y la investigación explicativa” ⁽²³⁾.

“La Investigación Descriptiva, está orientada al conocimiento de la realidad tal como se presenta en una situación espacio-temporal dada” ⁽²³⁾.

Por la cual la investigación es de tipo descriptivo, porque consiste en

describir, evaluar, analizar e interpretar.

Para **Hernández R.** ⁽²⁴⁾, en su libro *“Metodología de la Investigación”*, presenta que *“Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se somete a un análisis”*.

Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es cuantitativo.

4.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, porque se estudia y se analiza sin recurrir al laboratorio; transeccional descriptivo porque se analiza en un periodo determinado.

Según **Carrasco S.** ⁽²⁵⁾, en su libro *“Metodología de la Investigación Científica”*, define que los diseños no experimentales de investigación *“Son aquellos cuyas variables independientes carecen de manipulación intencional, y no poseen grupo de control, ni mucho menos experimental. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de su ocurrencia”*.

“Los diseños no experimentales presentan dos formas generales: los Diseños Transeccionales o Transversales y los Diseños Longitudinales” ⁽²⁵⁾.

“Los Diseños Transeccionales o Transversales, se utiliza para realizar estudios de investigación de hechos y fenómenos de la

realidad, en un momento determinado del tiempo. Dentro de ello existen los Diseños transeccionales descriptivos, estos diseños se emplean para analizar y conocer las características, rasgos, propiedades y cualidades de un hecho o fenómeno de la realidad en un momento determinado del tiempo”⁽²⁵⁾.

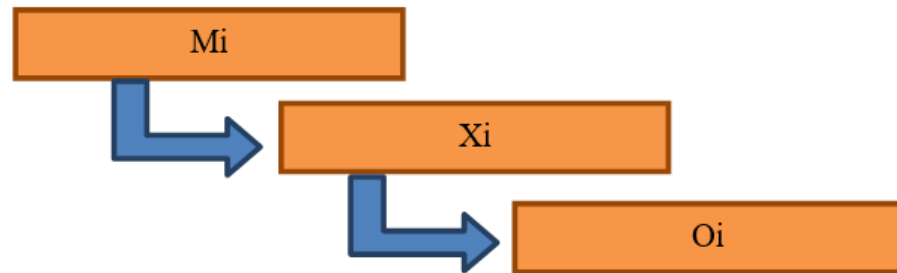


Figura 58. Ideograma de la metodología del diseño de investigación.

Donde:

- Mi = Muestra del elemento de estudio – Pavimento rígido del jirón Ayacucho del distrito y provincia de Chanchamayo.
- Xi = Variables de estudios – Patologías, Índice de Condición de Pavimento.
- Oi = Resultados.

4.2. Población y muestra

Para la presente investigación la población y muestra está dado por todo el pavimento rígido del jirón Ayacucho, distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

4.2.1. Muestreo

Inclusión: Para el siguiente estudio se tomó el total de cuadras (5 cuadras) para ser evaluadas del Jirón Ayacucho, del distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Tabla 11. Unidades de muestras y sus respectivas medidas.

Unidades de muestras	Cuadras	Medidas de la cuadra	Losas	Medidas de la losa	Área de losas
UM – 01	Quinta	Ancho: 6.8 m. Largo: 90.5 m.	20	Ancho: 4.1 m. Largo: 6.8 m.	27.88 m ² .
UM – 02	Cuarta	Ancho: 6.0 m. Largo: 46.6 m.	12	Ancho: 4.0 m. Largo: 6.0 m.	24.00 m ² .
UM – 03	Tercera	Ancho: 5.8 m. Largo: 53.3 m.	13	Ancho: 4.2 m. Largo: 5.8 m.	24.36 m ² .
UM – 04	Segunda	Ancho: 5.8 m. Largo: 51.6 m.	12	Ancho: 5.8 m. Largo: 5.0 m.	29.00 m ² .
UM – 05	Primera	Ancho: 6.7 m. Largo: 119.4 m.	14	Ancho: 3.3 m. Largo: 5.7 m.	18.81 m ² .

Fuente: Elaboración propia (2019)

Exclusión: Para el siguiente estudio se excluyeron los siguientes:

- El tramo del pasaje Fray Jerónimo Jiménez con la avenida Zuchetti de la quinta cuadra del Jirón Ayacucho, porque se encontró escalera en dicho tramo.
- Las intersecciones con los siguientes jirones: Palca, Tarma, Arequipa y Arica.

4.3. Definición y operacionalización de variables

Tabla 12. Cuadro de operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores
Patologías del concreto en pavimentos rígidos	<p>Pavimento rígido: <i>“Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico de gran rigidez, apoyada sobre la subrasante o una capa de material seleccionado que se denomina subbase del pavimento rígido.”</i>⁽¹²⁾.</p> <p>Patología: <i>“La patología es el estudio de las enfermedades, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas”</i>⁽¹¹⁾.</p>	<p>-Tipos de patologías que se presentan en el pavimento rígido del Ayacucho, como son: Losa dividida, escala, daño del sello de la junta, grietas lineales, parche grande, pulimento de agregados, punzonamiento, desconchamiento, grietas de retracción, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta.</p>	<p>Mediante una observación y con una hoja de inspección de condición.</p>	<p>-Tipo, forma de daño. -Porcentaje. -Nivel de severidad: baja, medio o alta.</p>
Índice de Condición del Pavimento	<p>Índice de Condición de Pavimento: <i>“El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima”</i>⁽²⁰⁾.</p>			

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica utilizada para la investigación fue la observación y toma de datos a través de una hoja de inspección de hoja con la cual se pudo

identificar, clasificar, posteriormente analizar y evaluar los daños patológicos que afectan al pavimento rígido del jirón Ayacucho, distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Instrumentos

Se utilizó hojas de inspección de condiciones del Manual de Daños del PCI.

En la investigación se usaron las siguientes herramientas:

- GPS, para obtener coordenadas y altitud del lugar.
- Odómetro, para medir las longitudes del jirón Ayacucho.
- Regla metálica y wincha, para establecer las profundidades de las depresiones, fisuras y áreas de las patologías.
- Cámara fotográfica, para tomar evidencias de la investigación.
- Laptop para el procesamiento de los datos e informe final.

4.5. Plan de análisis

Luego de la etapa de recolección de datos, estudio de las patologías, toma de fotos, se planeó lo siguiente:

- Calcular el índice de condición de pavimento, con la ayuda de hojas Excel.
- Presentar cuadros estadísticos de las patologías existentes, cuadros de estados, trabajados en hojas Excel y Word.

4.6. Matriz de consistencia

Tabla 13. Matriz de consistencia.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS DEL JIRÓN AYACUCHO, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN, ENERO – 2019.		
Problema	Caracterización del Problema Si nos situamos en la provincia y distrito de Chanchamayo, se puede apreciar las pistas en un mal estado, a falta de mantenimiento y también que ya algunas pistas están cumpliendo su ciclo de vida, para lo cual es necesario determinar las patologías existentes en las pistas con una inspección visual, para recaudar datos y así poder determinar un índice de condición del pavimento de acuerdo las patologías que existen en la zona de estudio, por esto y demás características es lo que me incentivó a realizar la determinación y evaluación de las patologías del concreto de las pistas del jirón Ayacucho.	Enunciado del Problema ¿En qué medida se podrá obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, Enero – 2019; a través de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto?
	Objetivo General Establecer un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie en el jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto identificadas en dicho pavimento.	Objetivos Específicos <ul style="list-style-type: none"> • Identificar el tipo de patologías de concreto hidráulico que existen en las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín. • Evaluar y calcular el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín. • Obtener el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín.

	Antecedentes	Bases teóricas
Marco teórico	<ul style="list-style-type: none"> • Internacionales • Nacionales • Locales 	Pavimento <ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de los pavimentos • Tipos de pavimentos rígidos • Serviciabilidad de pavimentos • Evaluación de pavimentos Patología <ul style="list-style-type: none"> • Glosario de tipos de daños • Índice de Condición de Pavimento (PCI) • Manual de daños en pavimentos rígidos
Metodología	<ul style="list-style-type: none"> • El tipo de investigación: descriptivo. • Nivel de investigación: cuantitativo. • Diseño de investigación: no experimental, transeccional descriptivo. Siendo: Mi---Xi---Oi • Población y muestra: Está dado por todo el pavimento rígido del jirón Ayacucho, distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. • Definición y operacionalización de las variables: Variable, definición conceptual, dimensiones, definición operacional, indicadores. • Técnicas e instrumentos de recolección <ul style="list-style-type: none"> Técnica: la observación Instrumento: Hoja de inspección de condiciones. Herramientas: GPS, odómetro, regla metálica, wincha, cámara fotográfica, laptop. • Plan de análisis • Principios éticos 	

Fuente: Elaboración propia (2019).

4.7. Principios éticos:

Los principios éticos de una investigación comprenden aspectos morales y científicos, porque debe ser veraz y única, y siempre encontrar el conocimiento para ir mejorando el estado de las cosas.

Según, **Rodríguez J.** ⁽²⁶⁾, en su libro “**Ética Profesional y Deontología**” define a la *Ética* “*como la ciencia referida al estudio filosófico de la acción y la conducta humana, considerada en su conformidad o disconformidad con la recta razón o como la ciencia que ordena los actos libres del hombre orientados a su fin último; la felicidad*”.

“La Ética profesional pretende regular las actividades que se realizan en el marco de una profesión. En este sentido, se trata de una disciplina que está incluida en la Ética aplicada ya que hace referencia a una parte específicamente de la realidad” ⁽²⁶⁾.

La presente investigación se realizó asumiendo los siguientes principios éticos: responsabilidad, calidad de trabajo, honestidad, originalidad, respeto ante los derechos de autor en mis antecedentes o conceptos básicos mencionándolos y considerándolos en mis referencias bibliográficas. Con respecto a la recolección de datos para los resultados y análisis, estos son veraces y no alterados, cumpliendo con los objetivos planteados.

V. Resultados

5.1. Resultados


El objetivo principal de la presente investigación fue establecer un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie en el jirón Ayacucho, provincia y distrito de Chanchamayo, departamento de Junín, a partir de la determinación y evaluación de las patologías del concreto identificadas en dicho pavimento, por tanto presentamos a continuación los resultados de los datos obtenidos de manera objetiva, y lógica mostrados a través de tablas y gráficos descritos e interpretados.

Se precisa que los resultados por cada Unidad de Muestra evaluada están en función:

- Tipos de patologías presentes en cada una de las unidades de muestra.
- El nivel de severidad de las patologías en cada unidad de muestra.
- Nivel de Índice de Condición de Pavimento para cada cuadra evaluada del jirón Ayacucho del distrito y provincia de Chanchamayo, departamento de Junín.

Evaluación de unidad de muestra UM – 01.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR: LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis				FECHA: ENERO 2019		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN AYACUCHO						
DISTRITO: CHANCHAMAYO			PROVINCIA: CHANCHAMAYO			
REGIÓN: JUNÍN			TIPO DE USO: VEHICULAR/TODO TIPO			
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.10 m			LARGO: 6.80 m			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1976 43 Años			ÁREA: 27.88 m ²			
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 20			NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 20			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
UM - 01						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)		L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	UM - 01	M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	Nº LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	Losa Dividida	2	M	Severidad Media	10.00%	21.50
26	Daño del Sello de la Junta	6	M	Severidad Media	100.00%	4.00
28	Grieta Lineal	17	H	Severidad Alta	85.00%	59.60
29	Parche Grande	2	H	Severidad Alta	10.00%	15.70
31	Pulimento de Agregados	20			100.00%	9.70
34	Punzonamiento	2	M	Severidad Media	10.00%	22.90
36	Desconchamiento	6	H	Severidad Alta	30.00%	36.10
38	Descascaramiento de Esquina	10	M	Severidad Media	50.00%	15.60
39	Descascaramiento de Junta	14	M	Severidad Media	70.00%	22.10


Segundo A. Romero Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 34694

26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)
-----------	---

El sello de junta no esta relacionada por la densidad. La severidad de daño es determinado por condición del sellador en general para la unidad de muestra en particular.

Los valores reducidos para los tres niveles de severidad son:

L = 2 PUNTOS

M = 4 PUNTOS

H = 8 PUNTOS

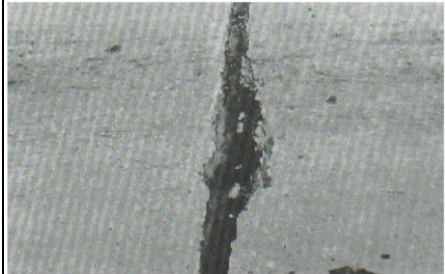
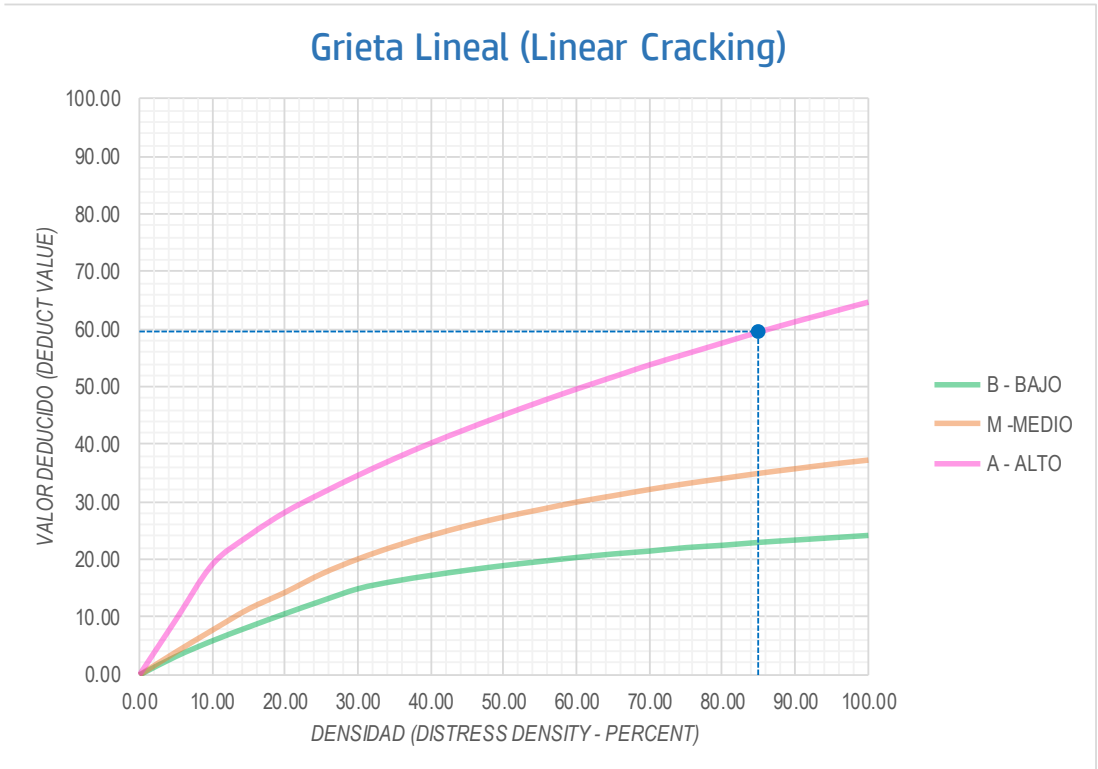
VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 80.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 4.00	
	

Figura 59. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01.

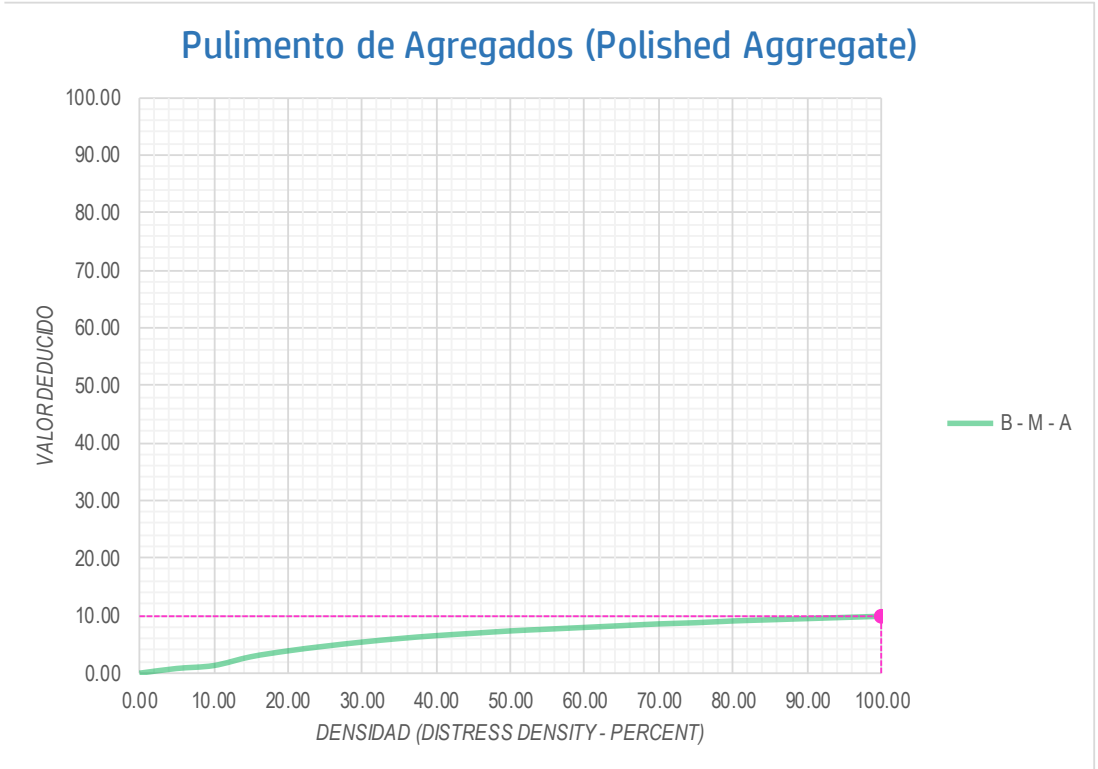


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M -MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)
H	SEVERIDAD ALTA
DENSIDAD = 85.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 59.60	

Figura 60. Patología de grietas lineales de severidad alta, de la unidad de muestra UM - 01.

31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)
-----------	--

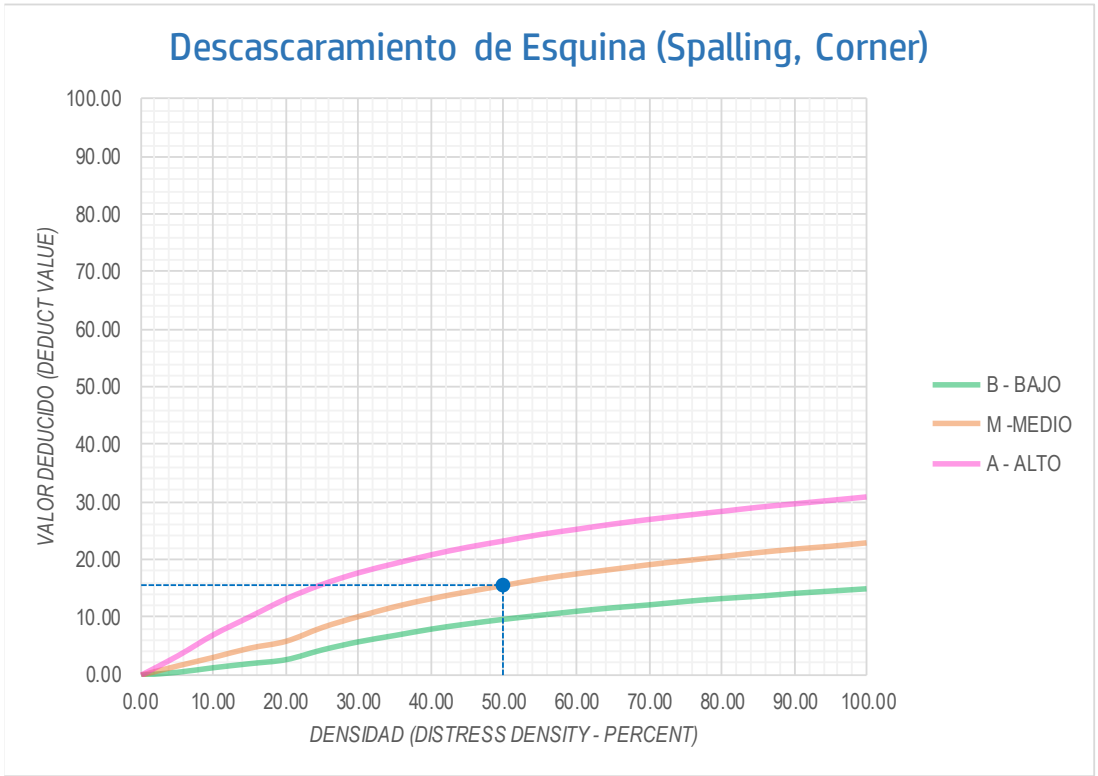


Valor Deducido	
Densidad	B - M - A
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
31	Pulimento de Agregados (Polished

DENSIDAD =	100.00
VALOR DEDUCIDO (VD) =	9.70

Figura 61. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 01.

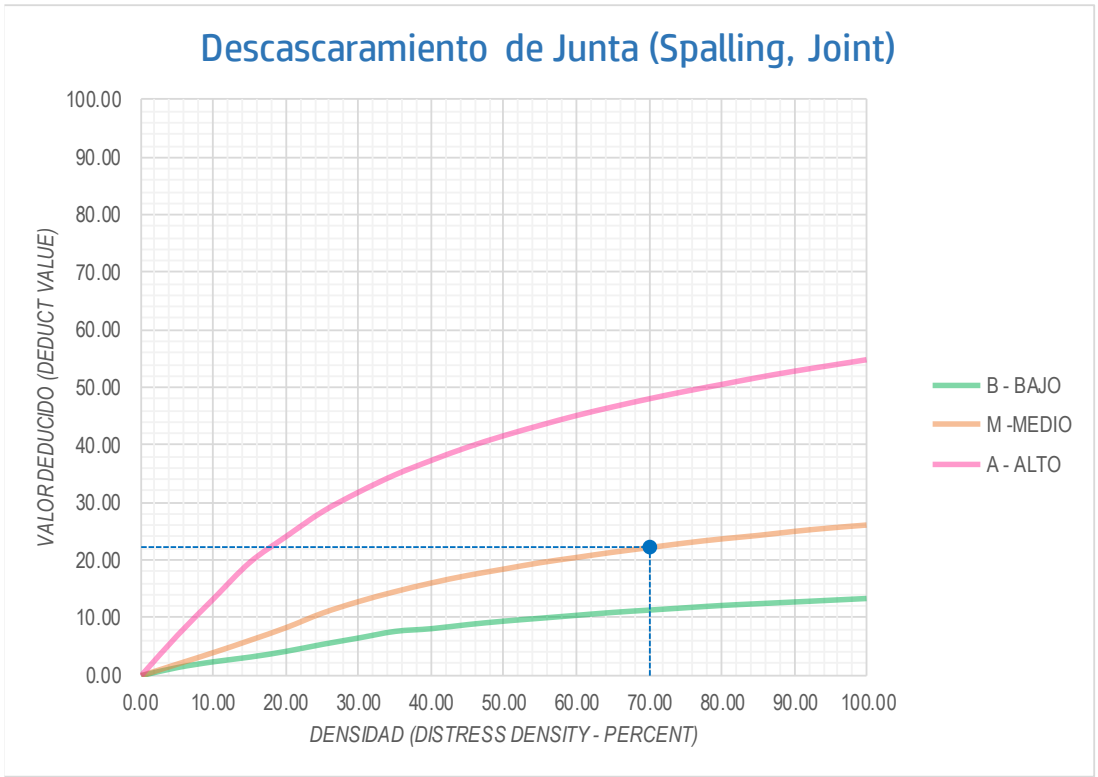


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M - MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	0.50	1.60	3.30
10.00	1.30	3.10	7.00
15.00	2.00	4.70	10.10
20.00	2.70	5.90	13.20
25.00	4.40	8.30	15.70
30.00	5.80	10.20	17.70
35.00	6.90	11.90	19.30
40.00	8.00	13.30	20.80
45.00	8.90	14.50	22.10
50.00	9.70	15.60	23.20
55.00	10.40	16.70	24.30
60.00	11.10	17.60	25.20
65.00	11.70	18.40	26.10
70.00	12.20	19.20	26.90
75.00	12.80	19.90	27.60
80.00	13.30	20.60	28.30
85.00	13.70	21.30	29.00
90.00	14.20	21.90	29.60
95.00	14.60	22.40	30.20
100.00	15.00	23.00	30.80

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
38	Descascaramiento de Esquina
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 50.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 15.60	

The photograph shows a close-up of a concrete corner where the surface material has chipped away, exposing the aggregate underneath. This is characteristic of corner spalling.

Figura 62. Patología de Descascaramiento de esquina de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01.



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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
39	Descascaramiento de Junta (Spalling,
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 70.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 22.10	



Figura 63. Patología de Descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 01

Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM – 01.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 59.60

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 4.71$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)													
N°	VALORES DEDUCIDOS									q	VDT	VDC	
1	59.60	36.10	22.90	22.10	15.27						5	155.97	
2	59.60	36.10	22.90	22.10	2.00						4	142.70	78.215
3	59.60	36.10	22.90	2.00	2.00						3	122.60	75.274
4	59.60	36.10	2.00	2.00	2.00						2	101.70	70.935
5	59.60	2.00	2.00	2.00	2.00						1	67.60	67.6

VDC_{MAX} = 78.22

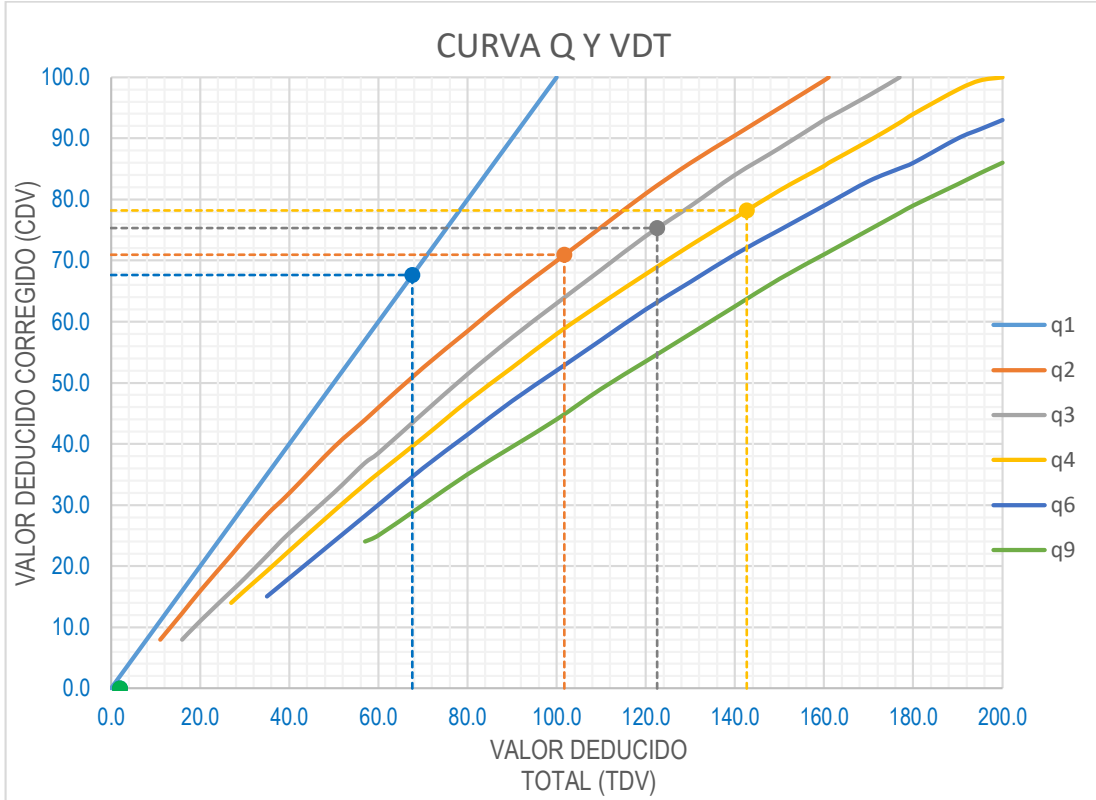


Figura 64. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 01.

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)						VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₆	q ₉	
0.0	0.0						
10.0	10.0						
11.0	11.0	8.0					VDT
16.0	16.0	12.4	8.0				q ₉
20.0	20.0	16.0	11.0				
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0			
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0			
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0		VDT
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0		q ₆
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0		
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0	
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0	
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0	VDT
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0	142.70
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5	q ₄
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0	
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0	
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5	VDT
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0	122.60
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5	q ₃
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0	75.27
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0	
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4	VDT
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0	101.70
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8	q ₂
180.0				94.0	86.0	79.0	70.94
190.0				98.0	90.0	82.5	
195.0				99.5	91.5	84.3	VDT
200.0				100.0	93.0	86.0	67.60
							q ₁
							67.60

Figura 65. Gráfico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 01.

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI			
RANGO PCI %		ESTADO	COLOR
100	85	Excelente (Excellent)	Verde
85	70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70	55	Bueno (Good)	Amarillo
55	40	Regular (Fair)	Púrpura
40	25	Malo (Poor)	Rojo
25	10	Muy Malo (Very Poor)	Naranja
10	0	Fallado (Failed)	Gris

$PCI = 100 - VDC_{MAX}$
PCI = 21.79
CLASIFICACIÓN
Muy Malo (Very Poor)
MUESTRA UM - 01

Figura 66. Clasificación de la UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.

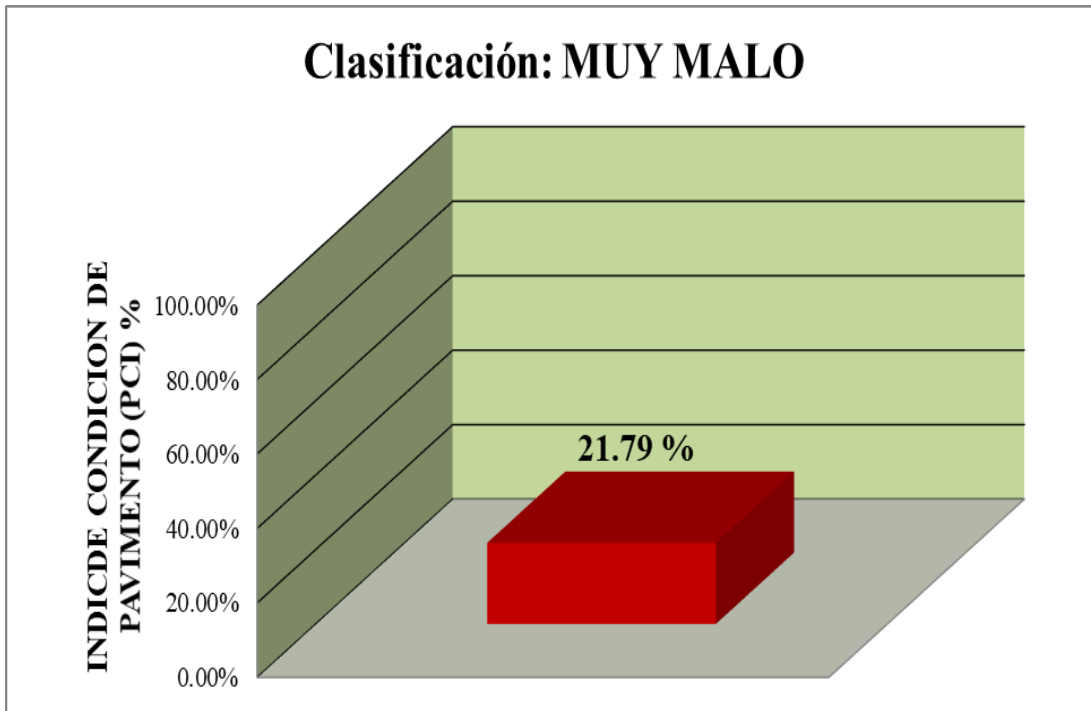


Figura 67. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.

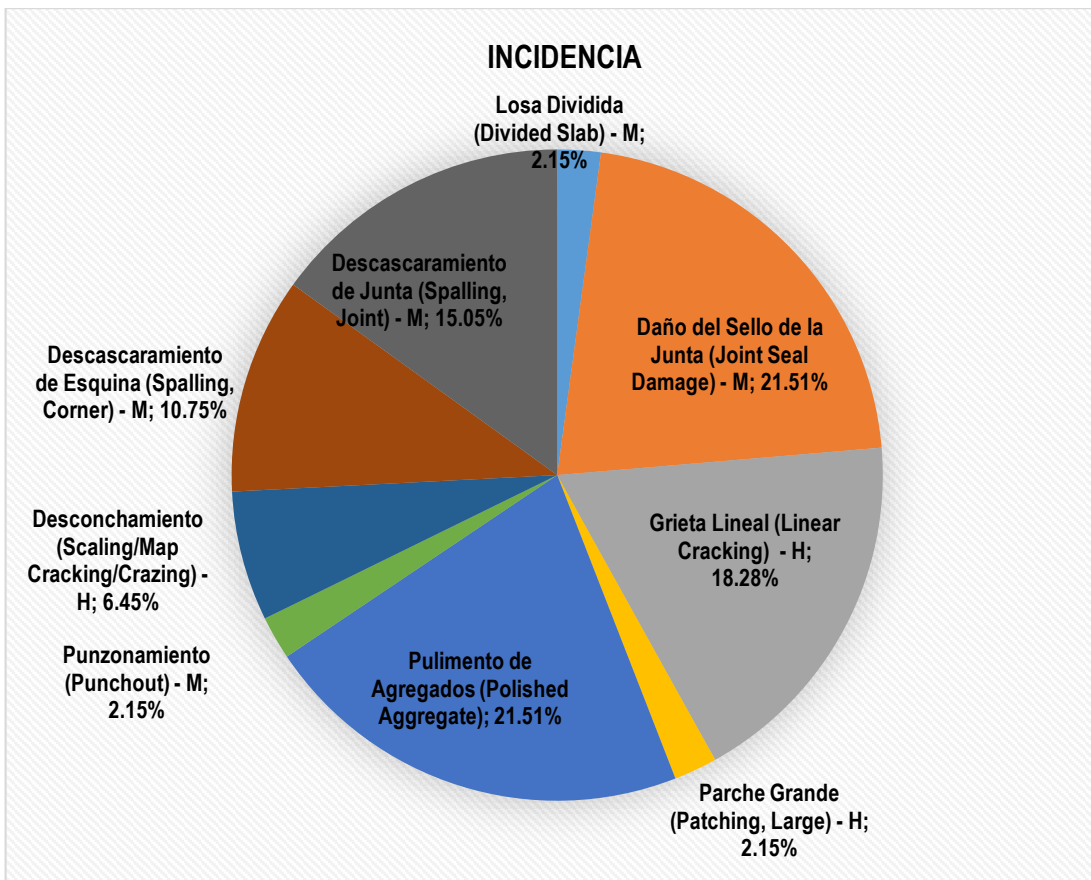


Figura 68. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 01 de la quinta cuadra del jirón Ayacucho.

Descripción e interpretación

La unidad de muestra UM - 01 tiene 20 losas y pertenece a la quinta cuadra del jirón Ayacucho. Las fallas encontradas con un nivel de **severidad alto** fueron: grieta lineal, parche grande, desconchamiento; con un nivel de **severidad media** fueron: losa dividida, daño del sello de la junta, punzonamiento, descascaramiento de esquina, descascaramiento de junta; y sin nivel de severidad se encontró la falla de pulimento de agregados. Se hace mención que se obtuvo los valores deducidos: 59.60, 36.10, 22.90, 22.10 y 15.27. Siguiendo el procedimiento se obtuvo el máximo valor deducido corregido de 78.22, con un **PCI de 21.79**, que corresponde a un pavimento **Muy Malo**.

Evaluación de unidad de muestra UM – 02.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR: LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis				FECHA: ENERO 2019		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN AYACUCHO						
DISTRITO: CHANCHAMAYO			PROVINCIA: CHANCHAMAYO			
REGIÓN: JUNIN			TIPO DE USO: VEHICULAR/TODO TIPO			
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.00 m		LARGO: 6.00 m		ÁREA: 24.00 m ²		
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1976		43 Años				
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 12			NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 12			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
UM - 02						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	L	Severidad Baja			
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	UM - 02	M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	Nº LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
23	Losa Dividida	4	M	Severidad Media	33.33 %	44.80
26	Daño del Sello de la Junta	—	M	Severidad Media	100.00 %	4.00
28	Grieta Lineal	8	M	Severidad Media	66.67 %	31.57
29	Parche Grande	3	M	Severidad Media	25.00 %	16.90
31	Pulimento de Agregados	12	—	—	100.00 %	9.70
39	Descascaramiento de Junta	12	M	Severidad Media	100.00 %	26.00


Segundo A. Romero Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 34694

26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)
-----------	---

El sello de junta no esta relacionada por la densidad. La severidad de daño es determinado por condición del sellador en general para la unidad de muestra en particular.

Los valores reducidos para los tres niveles de severidad son:

- L = 2 PUNTOS
- M = 4 PUNTOS
- H = 8 PUNTOS

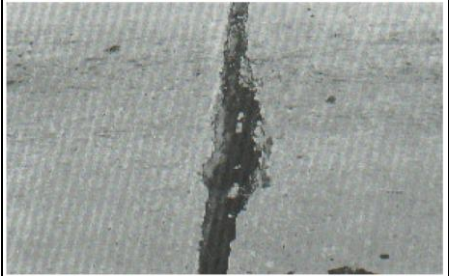
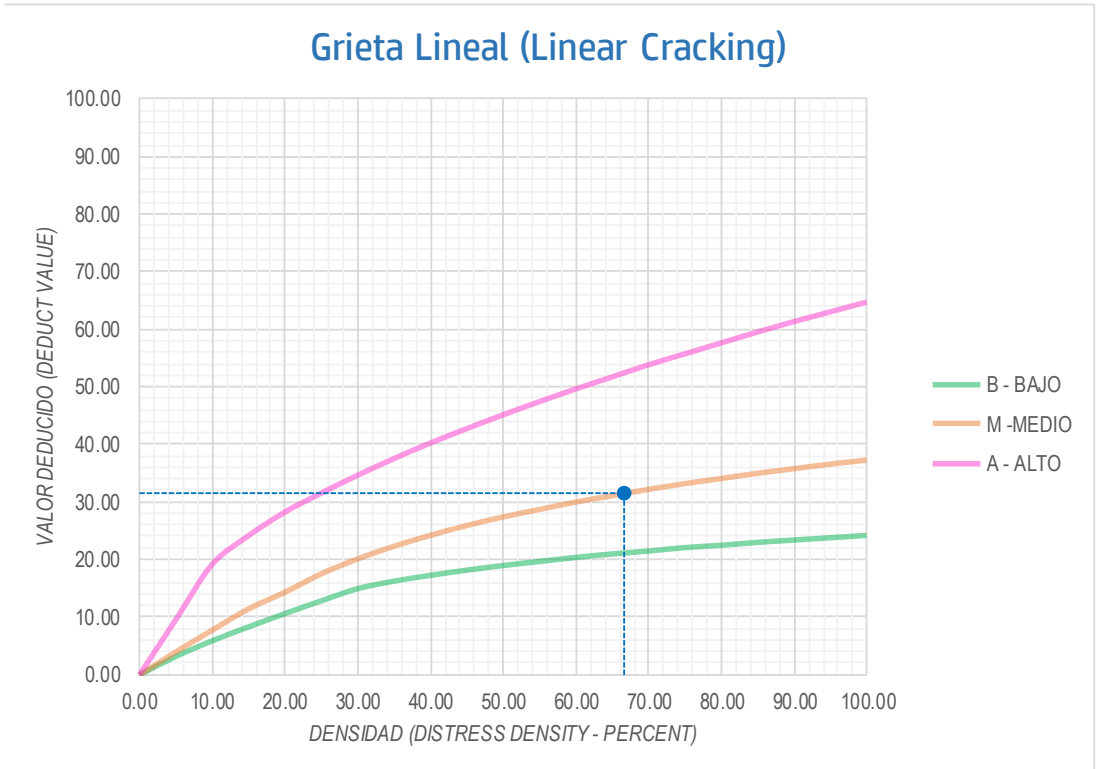
VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 83.33	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 4.00	
	

Figura 69. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.

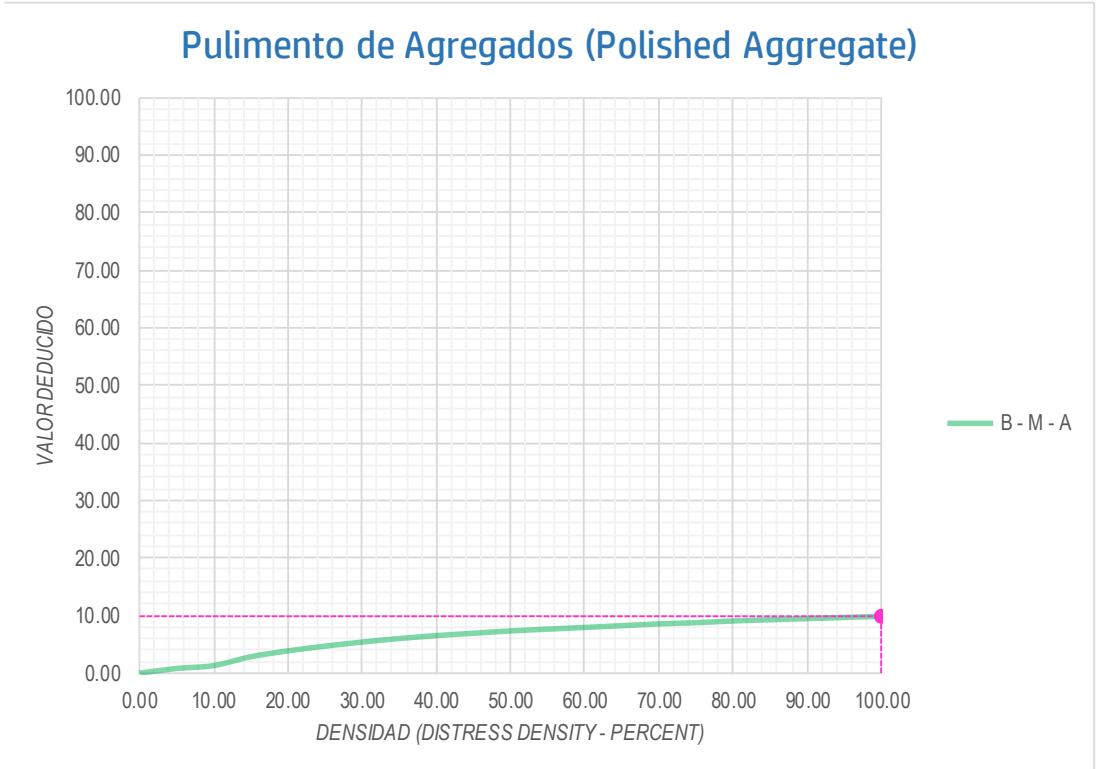


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M -MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 66.67	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 31.57	

Figura 70. Patología de grieta lineal de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.

31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)
-----------	--



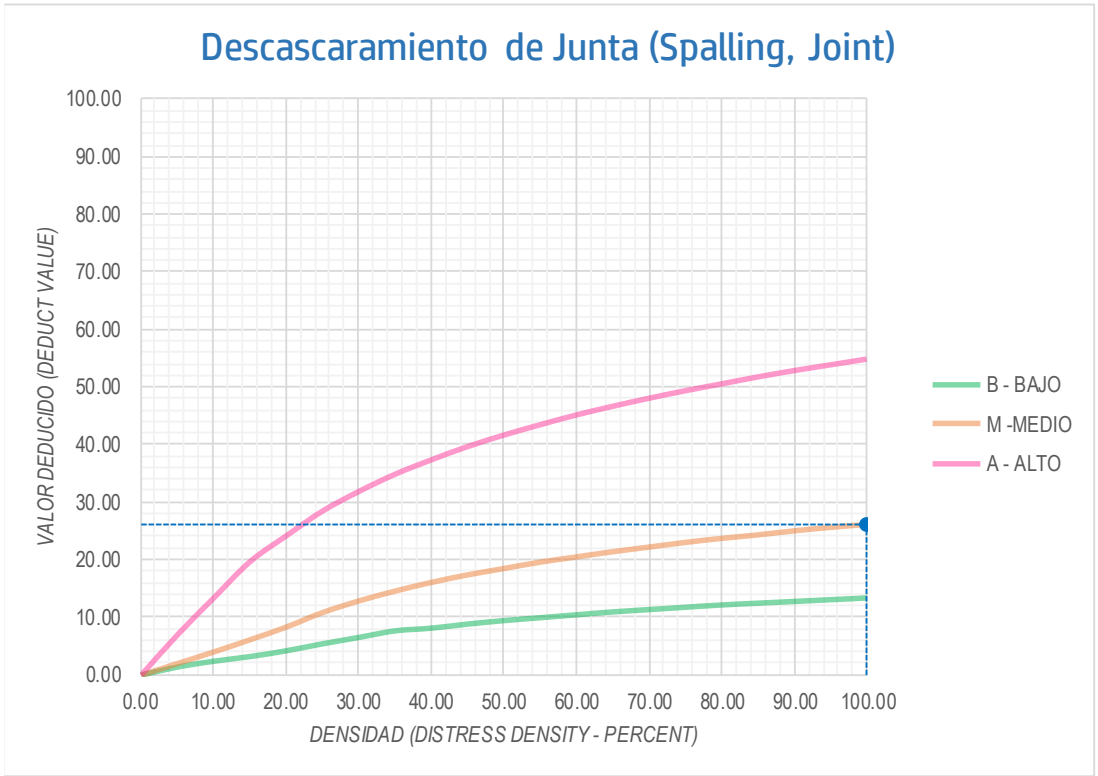
Valor Deducido	
Densidad	B - M - A
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
31	Pulimento de Agregados (Polished

DENSIDAD =	100.00
VALOR DEDUCIDO (VD) =	9.70

Figura 71. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 02.

39 Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)



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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
39	Descascaramiento de Junta (Spalling,
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 100.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 26.00	



Figura 72. Patología de descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 02.

Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM – 02.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

$VAR = 44.80$

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 6.07$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)												
N°	VALORES DEDUCIDOS							q	VDT	VDC		
1	44.80	31.57	26.00	16.90	9.70	4.00		7	132.97			
2	44.80	31.57	26.00	16.90	9.70	4.00		6	132.97	67.835		
3	44.80	31.57	26.00	16.90	9.70	2.00		5	130.97			
4	44.80	31.57	26.00	16.90	2.00	2.00		4	123.27	69.335		
5	44.80	31.57	26.00	2.00	2.00	2.00		3	108.37	67.602		
6	44.80	31.57	2.00	2.00	2.00	2.00		2	84.37	61.12		
7	44.80	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		1	54.80	54.8		

$VDC_{MAX} = 69.34$

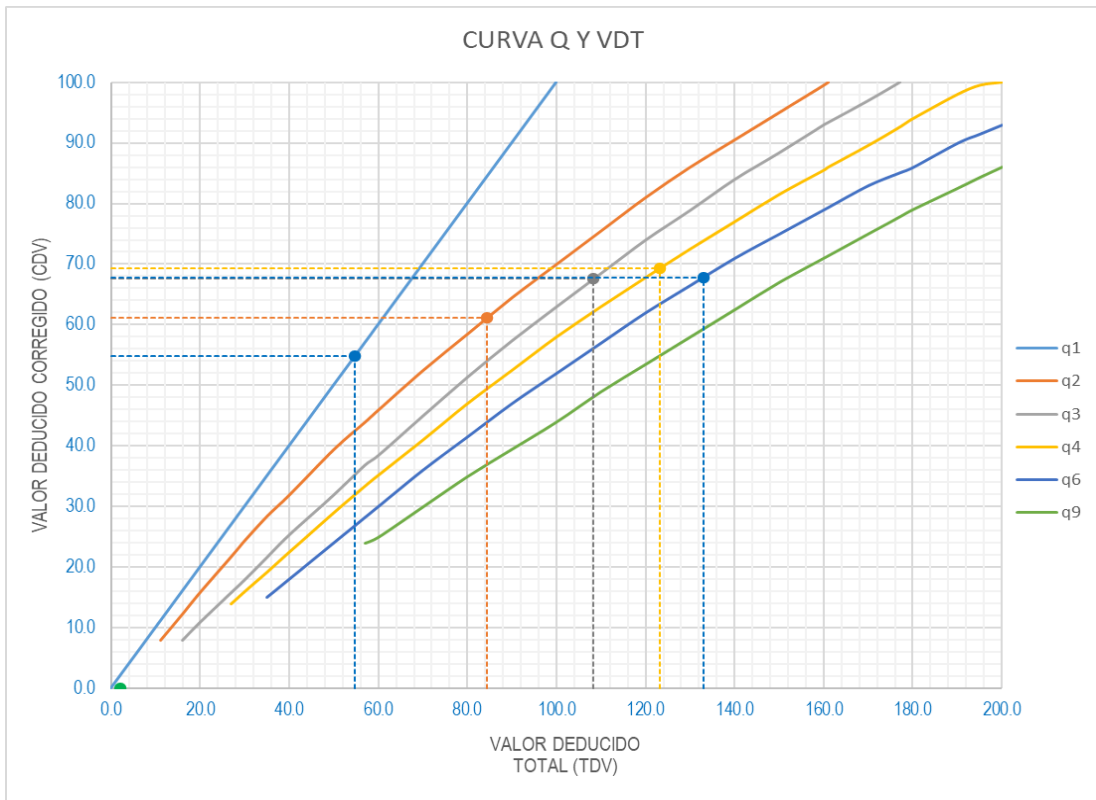


Figura 73. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 02.

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)						VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₆	q ₉	
0.0	0.0						
10.0	10.0						
11.0	11.0	8.0					VDT
16.0	16.0	12.4	8.0				q ₉
20.0	20.0	16.0	11.0				
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0			
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0			
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0		VDT
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0		132.97
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0		q ₆
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0	67.84
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0	
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0	VDT
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0	123.27
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5	q ₄
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0	69.34
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0	
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5	VDT
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0	108.37
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5	q ₃
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0	67.60
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0	
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4	VDT
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0	84.37
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8	q ₂
180.0				94.0	86.0	79.0	61.12
190.0				98.0	90.0	82.5	
195.0				99.5	91.5	84.3	VDT
200.0				100.0	93.0	86.0	54.80
							q ₁
							54.80

Figura 74. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 02.

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI		
RANGO PCI %	ESTADO	COLOR
100 85	Excelente (Excellent)	Verde
85 70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70 55	Bueno (Good)	Amarillo
55 40	Regular (Fair)	Púrpura
40 25	Malo (Poor)	Rojo
25 10	Muy Malo (Very Poor)	Naranja
10 0	Fallado (Failed)	Gris

$PCI = 100 - VDC_{MAX}$
PCI = 30.66
CLASIFICACIÓN
Malo (Poor)
MUESTRA UM - 02

Figura 75. Clasificación de la UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.

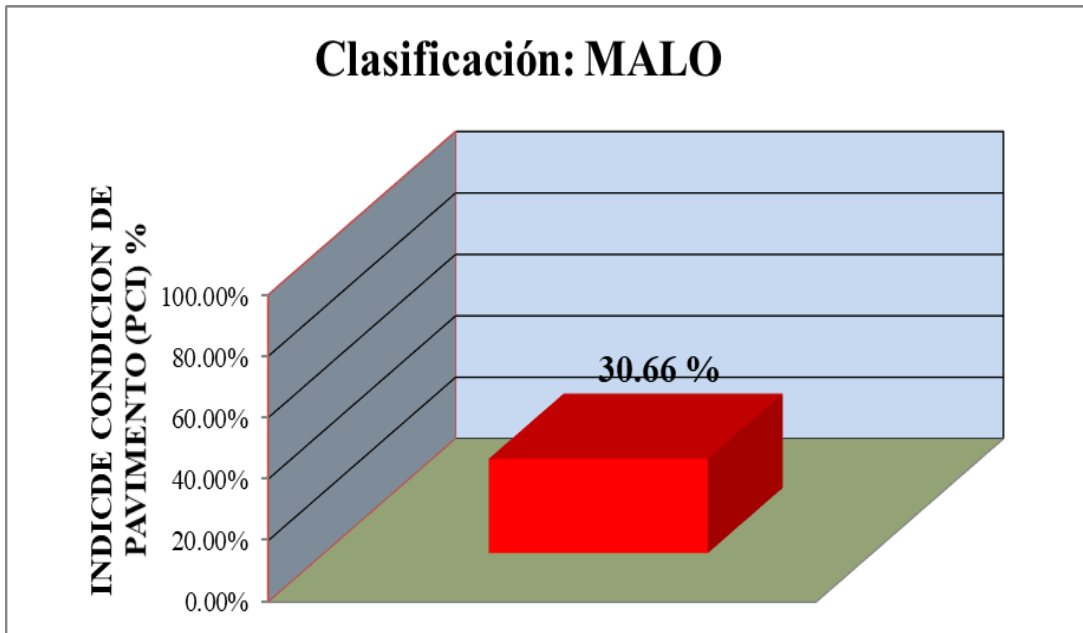


Figura 76. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.

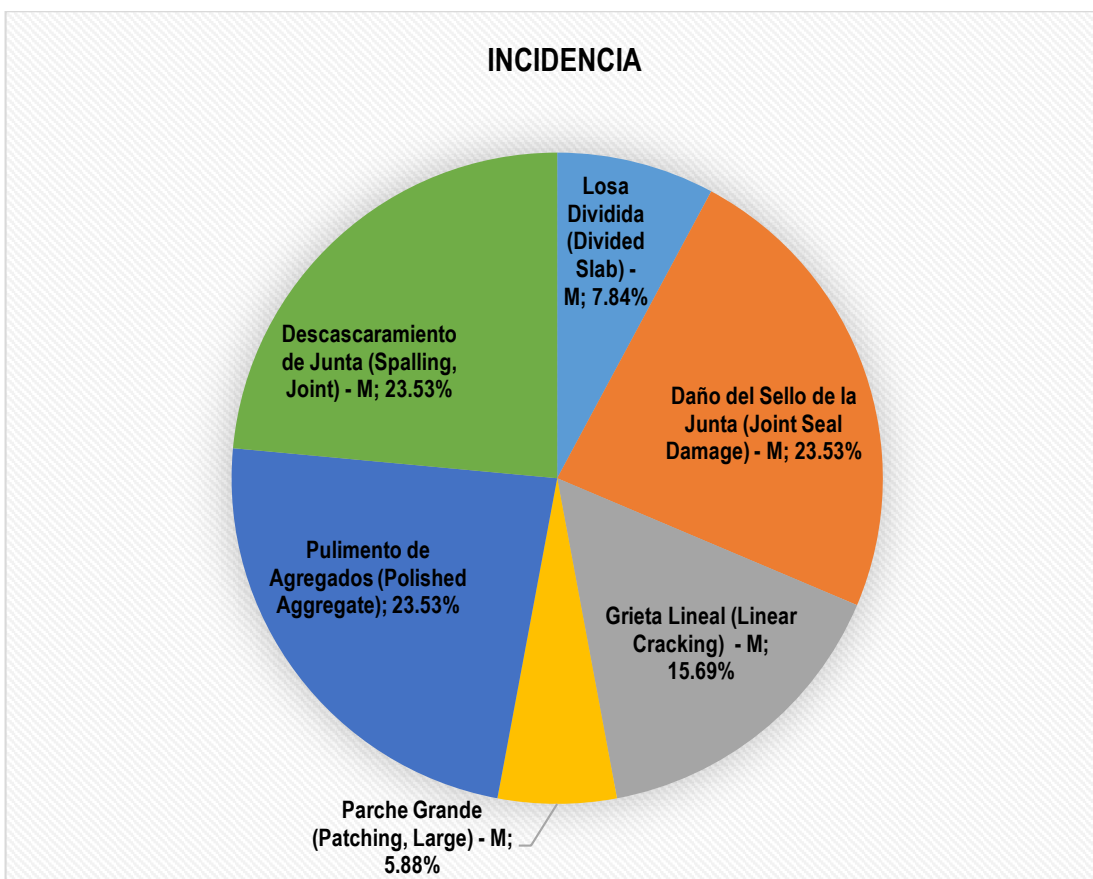


Figura 77. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 02 de la cuarta cuadra del jirón Ayacucho.

Descripción e interpretación

La unidad de muestra UM - 02 tiene 12 losas y pertenece a la cuarta cuadra del jirón Ayacucho. Las fallas encontradas con un nivel de severidad **media** fueron: losa dividida, daño del sello de la junta, grieta lineal, parche grande, descascaramiento de junta; y sin nivel de severidad se encontró la falla de pulimento de agregados. Se hace mención que se obtuvo los valores deducidos: 44.80, 31.57, 26.00, 16.90, 9.70, y 4.00. Siguiendo el procedimiento se obtuvo el máximo valor deducido corregido de 69.34, con un **PCI de 30.66**, que corresponde a un pavimento **Malo**.

Evaluación de unidad de muestra UM – 03.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR: LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis				FECHA: ENERO 2019		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN AYACUCHO						
DISTRITO: CHANCHAMAYO			PROVINCIA: CHANCHAMAYO			
REGIÓN: JUNÍN			TIPO DE USO: VEHICULAR/TODO TIPO			
ANCHO DEL PAVIMENTO: 4.20 m			LARGO: 5.80 m			
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1976 43 Años			AREA: 24.36 m ²			
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 13			NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 13			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
UM - 03						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	L	Severidad Baja			
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	UM - 03	M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	Nº LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
25	Escala	3	L	Severidad Baja	23.08%	9.59
26	Daño del Sello de la Junta	—	M	Severidad Media	100.00%	4.00
28	Grieta Lineal	12	L	Severidad Baja	92.31%	23.48
29	Parche Grande	2	M	Severidad Media	15.38%	9.02
31	Pulimento de Agregados	13	—	—	100.00%	9.70
34	Punzonamiento	2	M	Severidad Media	15.38%	32.82
36	Desconchamiento	2	M	Severidad Media	15.38%	12.11
39	Descascaramiento de Junta	7	M	Severidad Media	53.85%	19.25


 Segundo A. Romero Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 34694

26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)
-----------	---

El sello de junta no esta relacionada por la densidad. La severidad de daño es determinado por condición del sellador en general para la unidad de muestra en particular.

Los valores reducidos para los tres niveles de severidad son:

- L = 2 PUNTOS
- M = 4 PUNTOS
- H = 8 PUNTOS

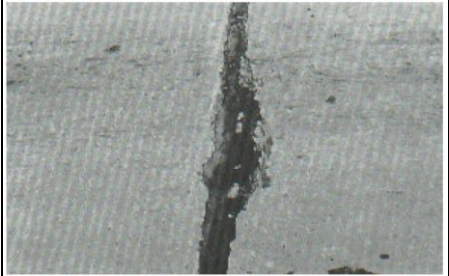
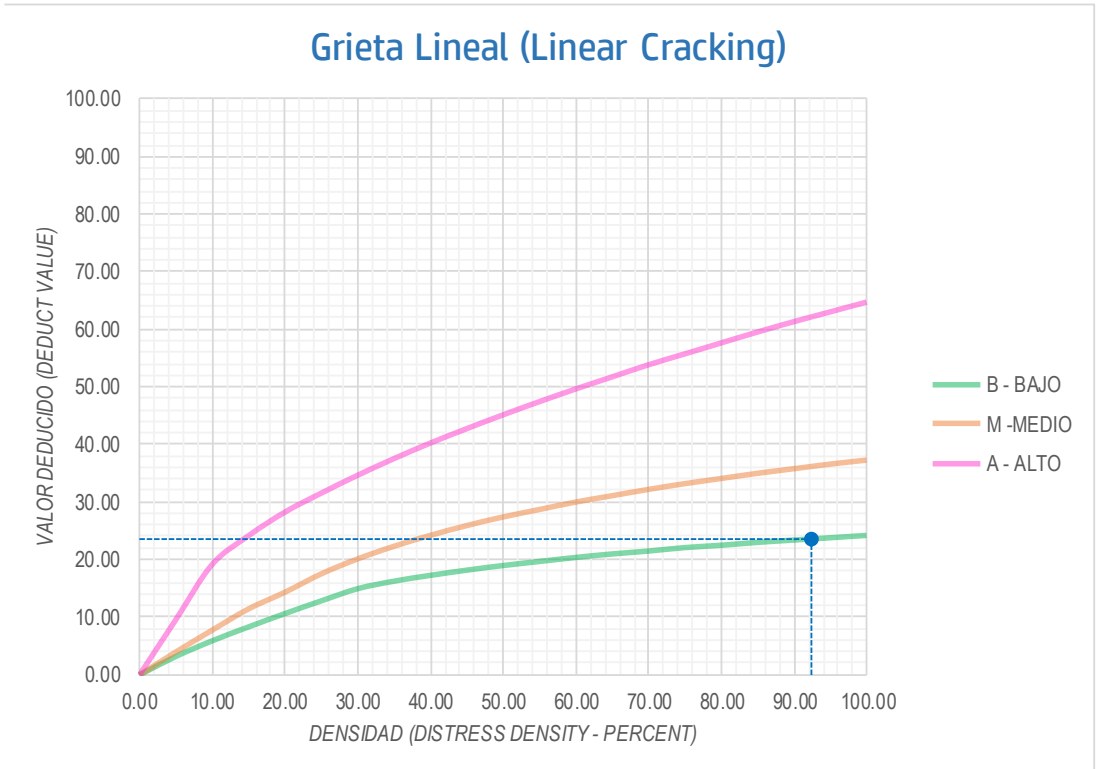
VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 100.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 4.00	
	

Figura 78. Patología de daño del sello de la junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 03.

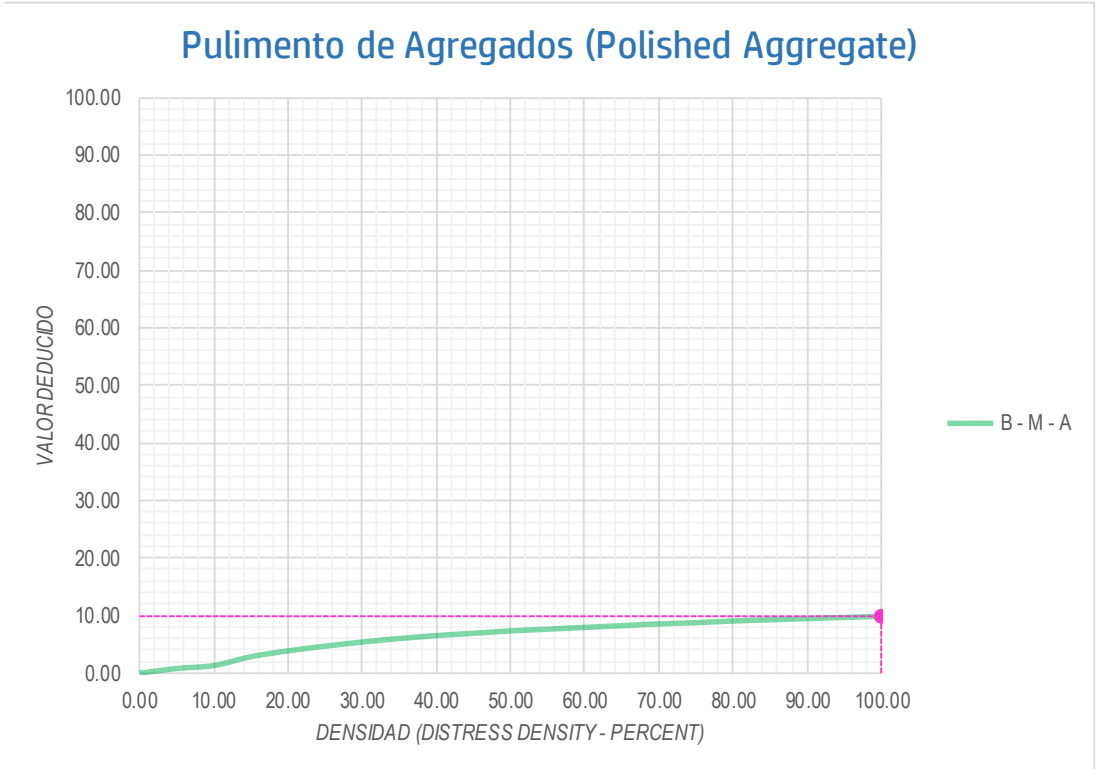


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M - MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)
L	SEVERIDAD BAJA
DENSIDAD = 92.31	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 23.48	

Figura 79. Patología de grieta lineal de severidad baja de la unidad de muestra UM - 03.

31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)
-----------	--

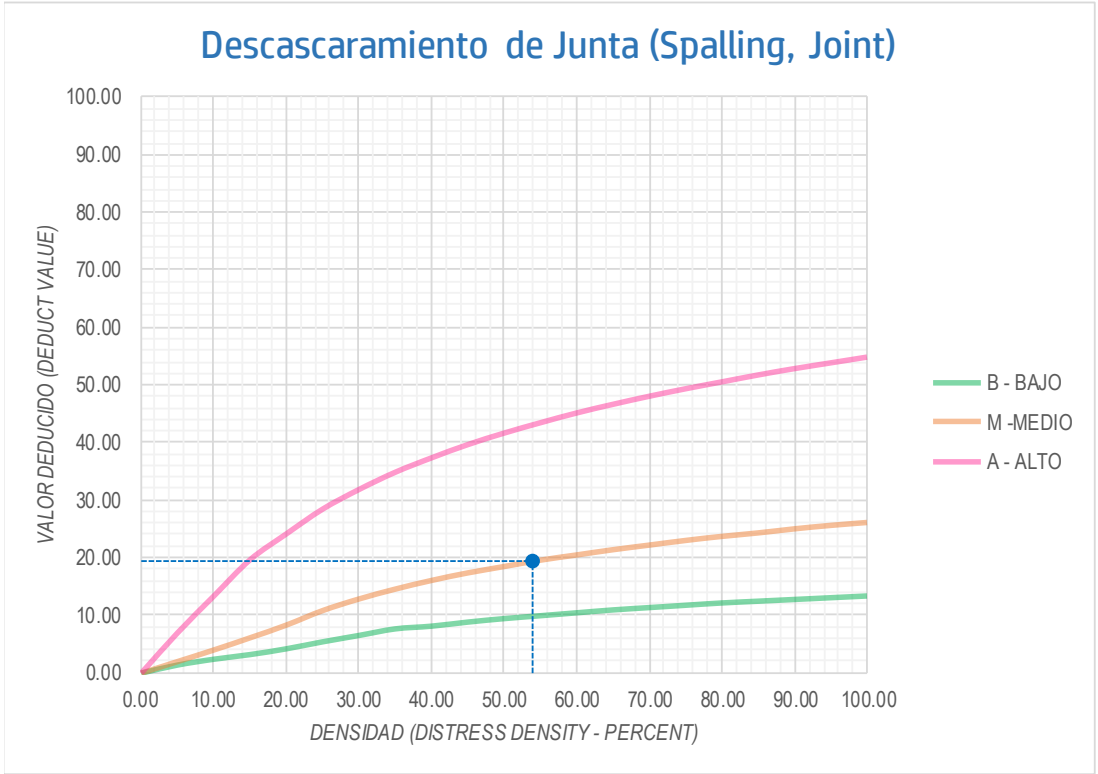


Valor Deducido	
Densidad	B - M - A
0.00	0.00
5.00	0.80
10.00	1.30
15.00	2.80
20.00	3.80
25.00	4.60
30.00	5.30
35.00	5.90
40.00	6.40
45.00	6.80
50.00	7.20
55.00	7.50
60.00	7.80
65.00	8.10
70.00	8.40
75.00	8.60
80.00	8.90
85.00	9.10
90.00	9.30
95.00	9.50
100.00	9.70

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
31	Pulimento de Agregados (Polished

DENSIDAD =	100.00
VALOR DEDUCIDO (VD) =	9.70

Figura 80. Patología de pulimento de agregados de la unidad de muestra UM - 03.



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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
39	Descascaramiento de Junta (Spalling,
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 53.85	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 19.25	

The photograph shows a close-up of a concrete joint with significant surface deterioration, including missing material and exposed aggregate, characteristic of spalling.

Figura 81. Patología de Descascaramiento de junta de severidad media, de la unidad de muestra UM - 03.

Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM – 03.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 32.82

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 7.17$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)													
N°	VALORES DEDUCIDOS										q	VDT	VDC
1	32.82	23.48	19.25	12.11	9.70	9.59	9.02	0.68			8	116.65	
2	32.82	23.48	19.25	12.11	9.70	9.59	9.02	0.68			7	116.65	
3	32.82	23.48	19.25	12.11	9.70	9.59	2.00	0.68			6	109.63	56.813
4	32.82	23.48	19.25	12.11	9.70	2.00	2.00	0.68			5	102.03	
5	32.82	23.48	19.25	12.11	2.00	2.00	2.00	0.68			4	94.33	54.884
6	32.82	23.48	19.25	2.00	2.00	2.00	2.00	0.68			3	84.23	53.936
7	32.82	23.48	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.68			2	66.98	50.537
8	32.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.68			1	45.50	45.495

VDC_{MAX} = 56.81

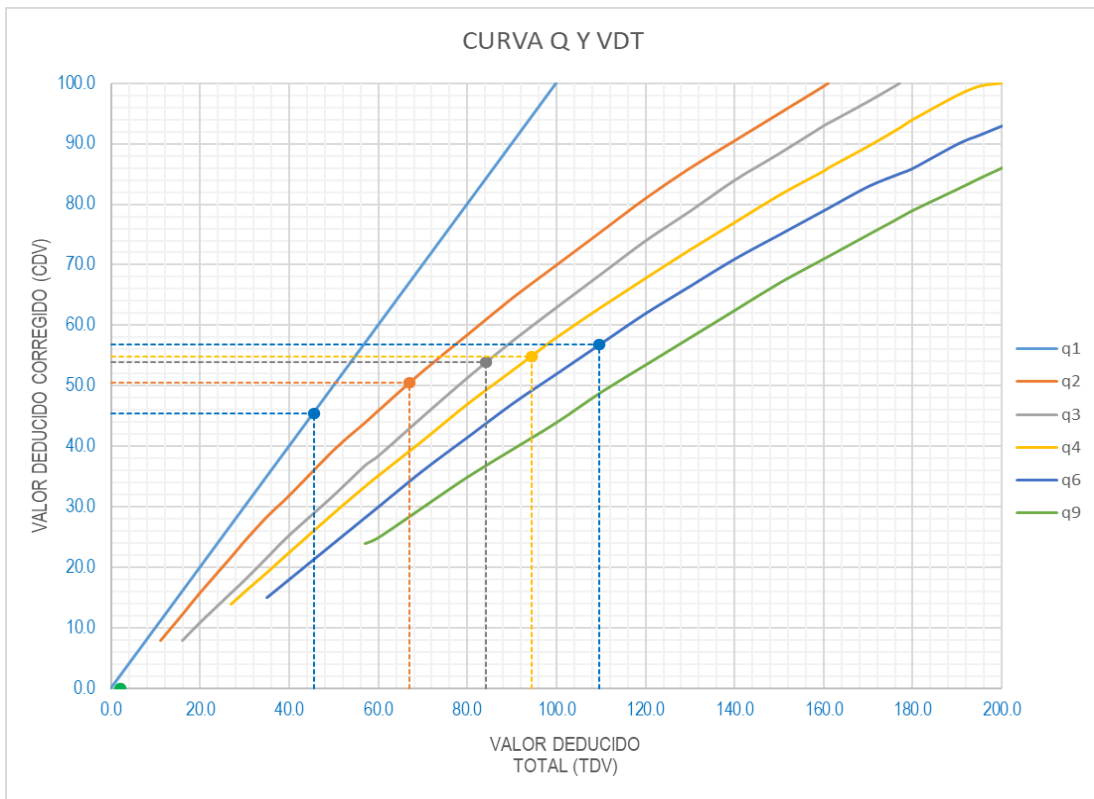


Figura 82. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM - 03.

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)						VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₆	q ₉	
0.0	0.0						
10.0	10.0						
11.0	11.0	8.0					VDT
16.0	16.0	12.4	8.0				q ₉
20.0	20.0	16.0	11.0				
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0			
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0			
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0		VDT
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0		109.63
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0		q ₆
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0	
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0	
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0	VDT
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0	94.33
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5	q ₄
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0	
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0	
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5	VDT
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0	84.23
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5	q ₃
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0	
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0	
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4	VDT
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0	66.98
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8	q ₂
180.0				94.0	86.0	79.0	
190.0				98.0	90.0	82.5	
195.0				99.5	91.5	84.3	VDT
200.0				100.0	93.0	86.0	45.50
							q ₁

Figura 83. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 03.

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI		
RANGO PCI %	ESTADO	COLOR
100 85	Excelente (Excellent)	Verde
85 70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70 55	Bueno (Good)	Amarillo
55 40	Regular (Fair)	Púrpura
40 25	Malo (Poor)	Rojo
25 10	Muy Malo (Very Poor)	Naranja
10 0	Fallado (Failed)	Gris

$PCI = 100 - VDC_{MAX}$
PCI = 43.19
CLASIFICACIÓN
Regular (Fair)
MUESTRA UM - 03

Figura 84. Clasificación de la UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.

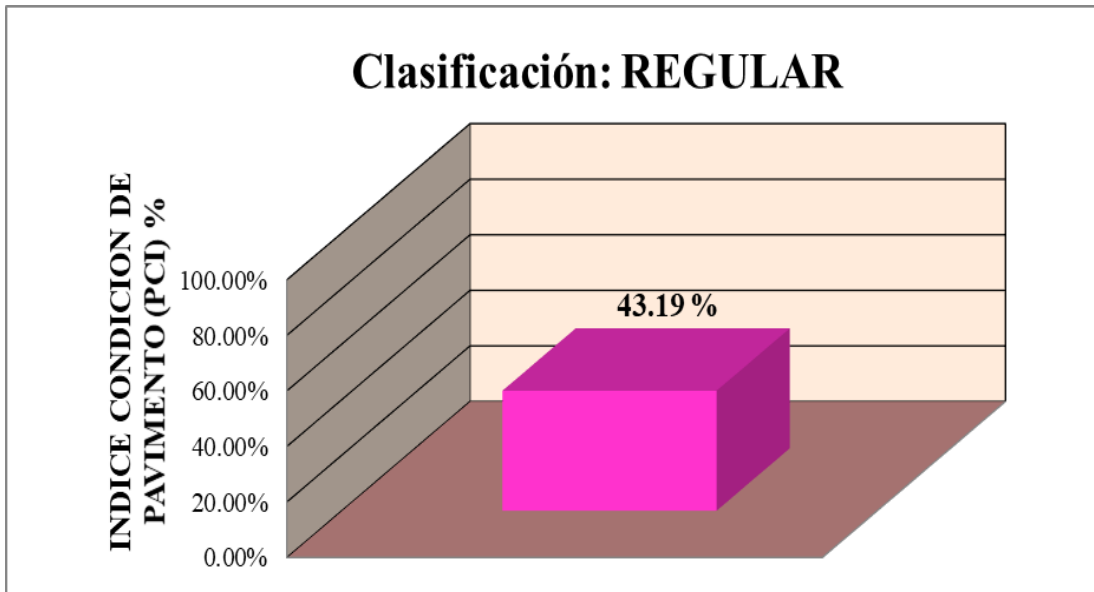


Figura 85. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.

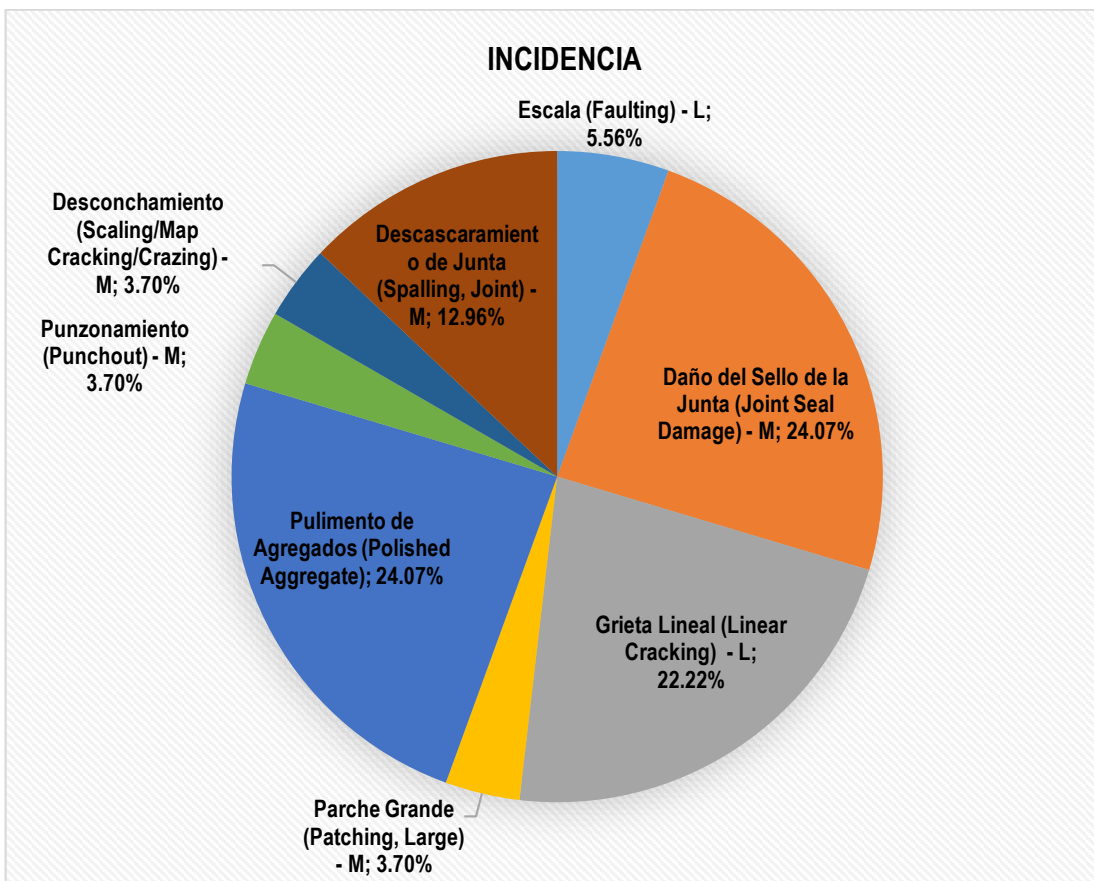



Figura 86. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 03 de la tercera cuadra del jirón Ayacucho.

Descripción e interpretación

La unidad de muestra UM - 03 tiene 13 losas y pertenece a la tercera cuadra del jirón Ayacucho. Las fallas más encontradas con un nivel de **severidad media** fueron: daño del sello de la junta, parche grande, punzonamiento, desconchamiento, descascaramiento de junta; con un nivel de **severidad bajo** fueron: escala, grietas lineales; y sin nivel de severidad se encontró la falla de pulimento de agregados. Se hace mención que se obtuvo los valores deducidos: 32.82, 23.48, 19.25, 12.11, 9.70, 9.59, 9.02 y 0.68. Siguiendo el procedimiento se obtuvo el máximo valor reducido corregido de 56.81, con un **PCI de 43.19**, que corresponde a un pavimento **Regular**.

Evaluación de unidad de muestra UM – 04.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR: LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis				FECHA: ENERO 2019		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN AYACUCHO						
DISTRITO: CHANCHAMAYO			PROVINCIA: CHANCHAMAYO			
REGIÓN: JUNÍN			TIPO DE USO: VEHICULAR/TODO TIPO			
ANCHO DEL PAVIMENTO: 5.00 m		LARGO: 5.80 m				
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1976		43 Años		AREA: 29.00 m ²		
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 12			NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 12			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
UM - 04						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling	28M 31 12				
22	Grieta de Esquina (Corner Break)	28M 31 11				
23	Losa Dividida (Divided Slab)	28M 31 10				
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)	28M 31 9				
25	Escala (Faulting)	29M 31 8				
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)	29M 31 7				
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)	28M 31 39M 6				
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)	28M 31 5				
29	Parche Grande (Patching, Large)	29M 31 4				
30	Parche Pequeño (Patching, Small)	29M 31 4				
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)	28M 31 3				
32	Popouts	31 36H 2				
33	Bombeo (Pumping)	31 2				
34	Punzonamiento (Punchout)	31 1				
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)	1 2 3				
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	L	Severidad Baja			
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	UM - 04	M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	Nº LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
26	Daño del Sello de la Junta	—	L	Severidad Baja	100.00%	2.00
28	Grieta Lineal	7	M	Severidad Media	58.33%	29.67
29	Parche Grande	3	M	Severidad Media	25.00%	16.90
31	Pulimento de Agregados	12	—	—	100.00%	9.70
36	Desconchamiento	2	H	Severidad Alta	16.67%	25.83
39	Descascaramiento de Junta	2	M	Severidad Media	16.67%	6.83


 Segundo A. Romero Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 34694

26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)
-----------	---

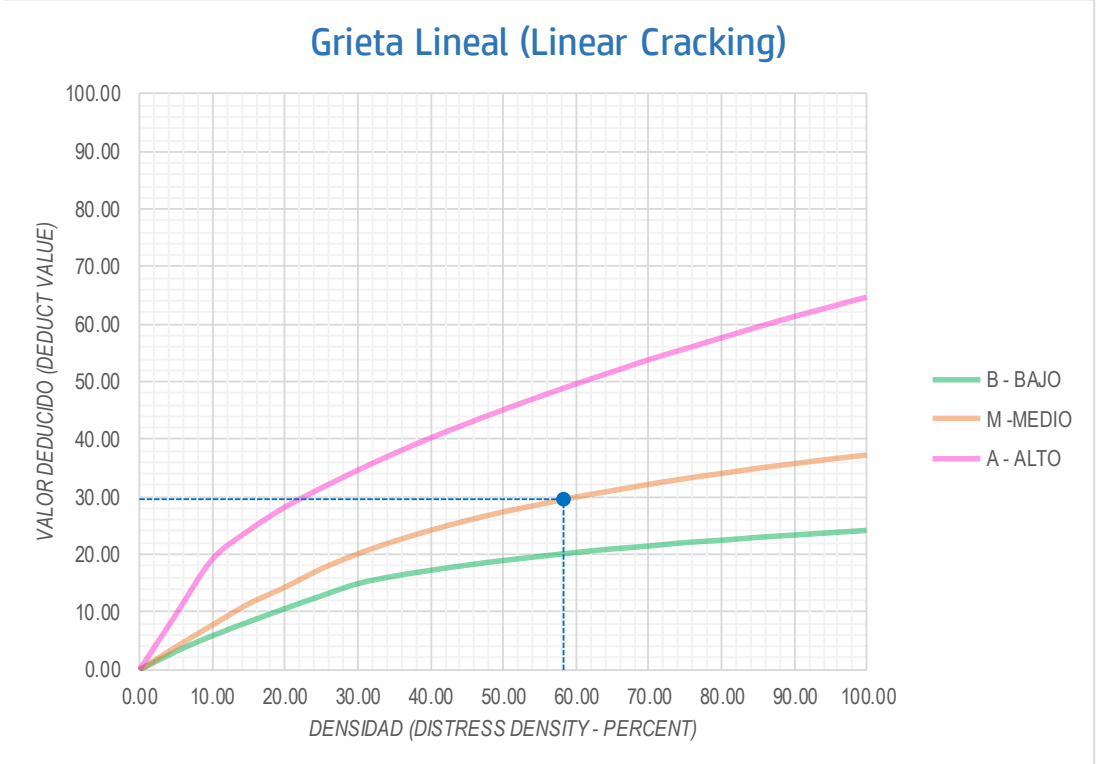
El sello de junta no esta relacionada por la densidad. La severidad de daño es determinado por condición del sellador en general para la unidad de muestra en particular.

Los valores reducidos para los tres niveles de severidad son:

- L = 2 PUNTOS
- M = 4 PUNTOS
- H = 8 PUNTOS

VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal
L	SEVERIDAD BAJA
DENSIDAD = 75.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 2.00	
	

Figura 87. Patología de daño del sello de la junta de severidad baja, de la unidad de muestra UM - 04.

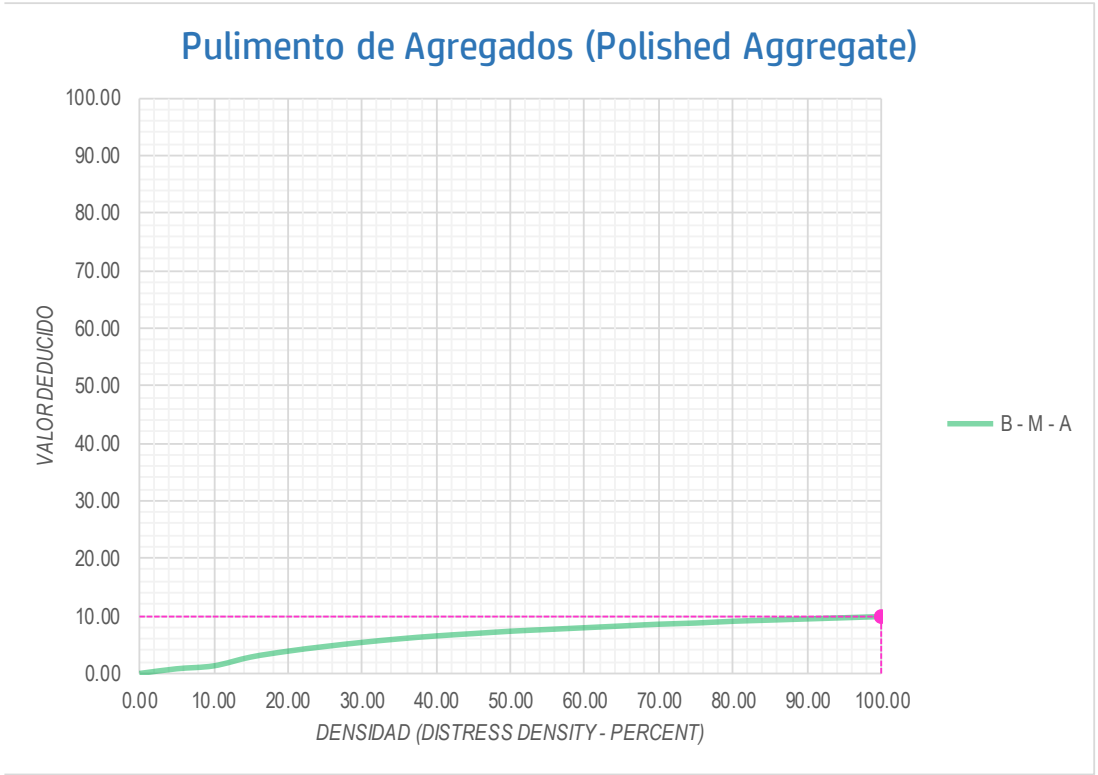


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M -MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)
M	SEVERIDAD MEDIA
DENSIDAD = 58.33	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 29.67	

Figura 88. Patología de grieta lineal de severidad media, de la unidad de muestra UM - 04.

31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)
-----------	--



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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
31	Pulimento de Agregados (Polished)

DENSIDAD =	100.00
VALOR DEDUCIDO (VD) =	9.70

Figura 89. Patología de pulimento de agregados, de la unidad de muestra UM - 04.

Cálculo de valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM – 04.

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 29.67

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 7.46$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)												
N°	VALORES DEDUCIDOS								q	VDT	VDC	
1	29.67	25.83	16.90	9.70	6.83	2.00			8	90.93		
2	29.67	25.83	16.90	9.70	6.83	2.00			7	90.93		
3	29.67	25.83	16.90	9.70	6.83	2.00			6	90.93	47.467	
4	29.67	25.83	16.90	9.70	6.83	2.00			5	90.93		
5	29.67	25.83	16.90	9.70	2.00	2.00			4	86.10	50.355	
6	29.67	25.83	16.90	2.00	2.00	2.00			3	78.40	50.376	
7	29.67	25.83	2.00	2.00	2.00	2.00			2	63.50	48.275	
8	29.67	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			1	39.67	39.667	

VDC_{MAX} = 50.38

Fuente: Elaboración propia (2019)

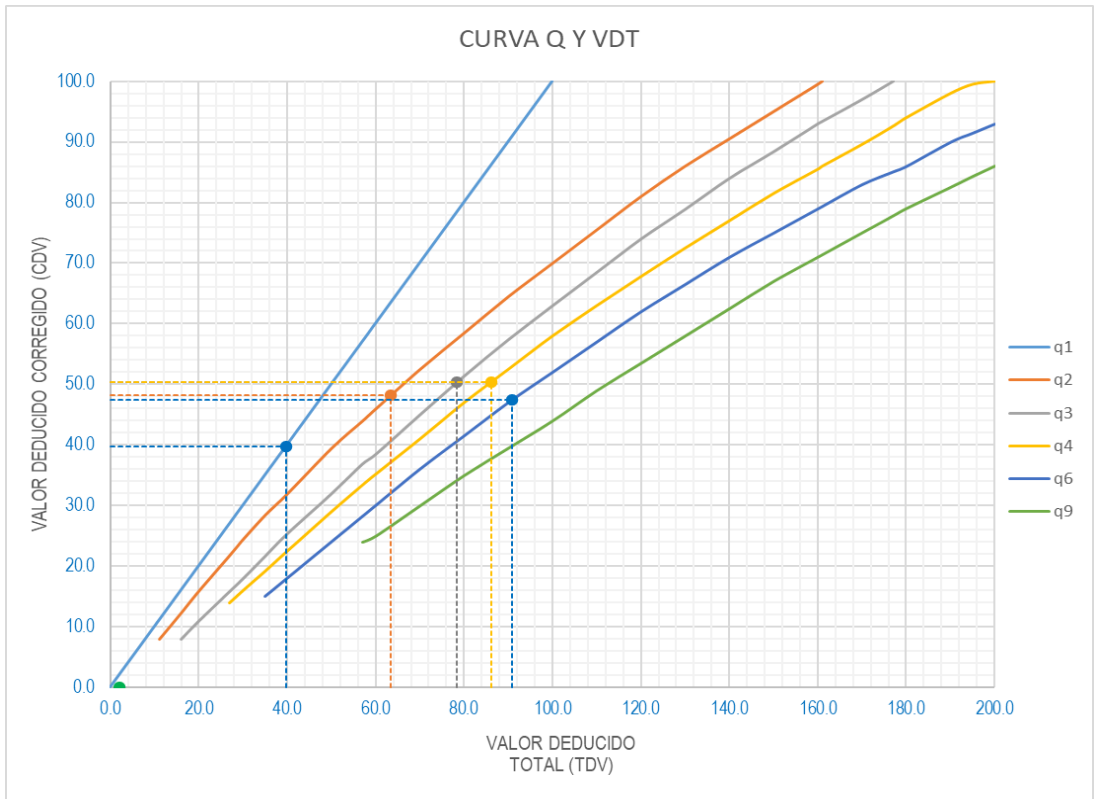


Figura 90. Ábaco para hallar los valores deducidos corregidos de la unidad de muestra UM – 04.

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)						VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₆	q ₉	
0.0	0.0						
10.0	10.0						
11.0	11.0	8.0					VDT
16.0	16.0	12.4	8.0				q ₉
20.0	20.0	16.0	11.0				
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0			
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0			
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0		VDT
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0		q ₆
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0		
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0	
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0	
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0	VDT
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0	q ₄
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5	
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0	
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0	
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5	VDT
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0	q ₃
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5	
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0	
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0	
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4	VDT
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0	q ₂
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8	
180.0				94.0	86.0	79.0	
190.0				98.0	90.0	82.5	
195.0				99.5	91.5	84.3	VDT
200.0				100.0	93.0	86.0	q ₁

Figura 91. Grafico para hallar los valores deducidos corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 04.

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI		
RANGO PCI %	ESTADO	COLOR
100 85	Excelente (Excellent)	Verde
85 70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70 55	Bueno (Good)	Amarillo
55 40	Regular (Fair)	Púrpura
40 25	Malo (Poor)	Rojo
25 10	Muy Malo (Very Poor)	Naranja
10 0	Fallado (Failed)	Gris

$PCI = 100 - VDC_{MAX}$
PCI = 49.62
CLASIFICACIÓN
Regular (Fair)
MUESTRA UM - 04

Figura 92. Clasificación de la UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.

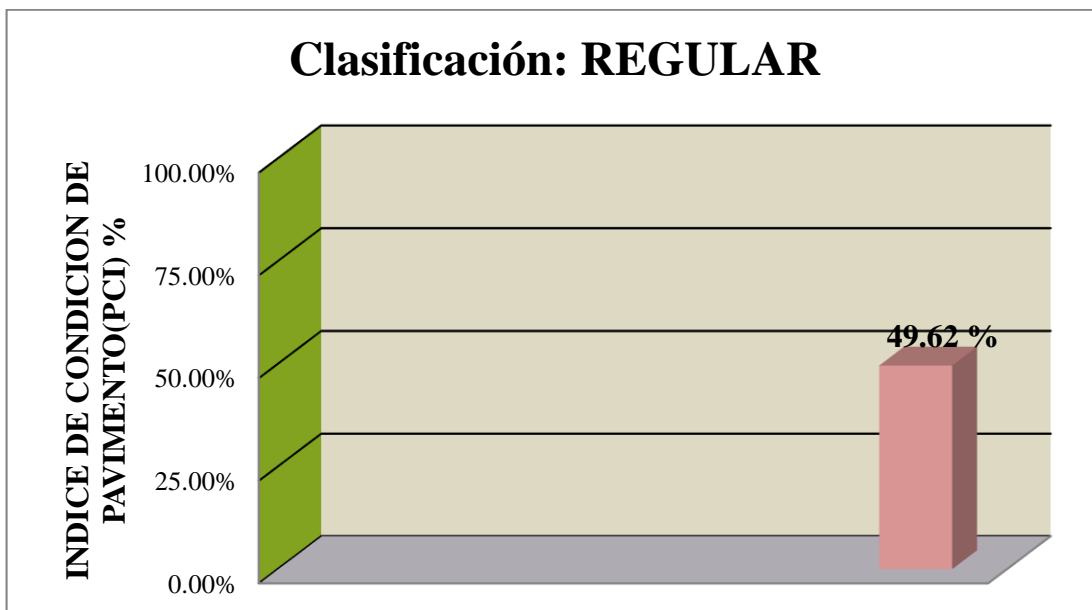


Figura 93. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.

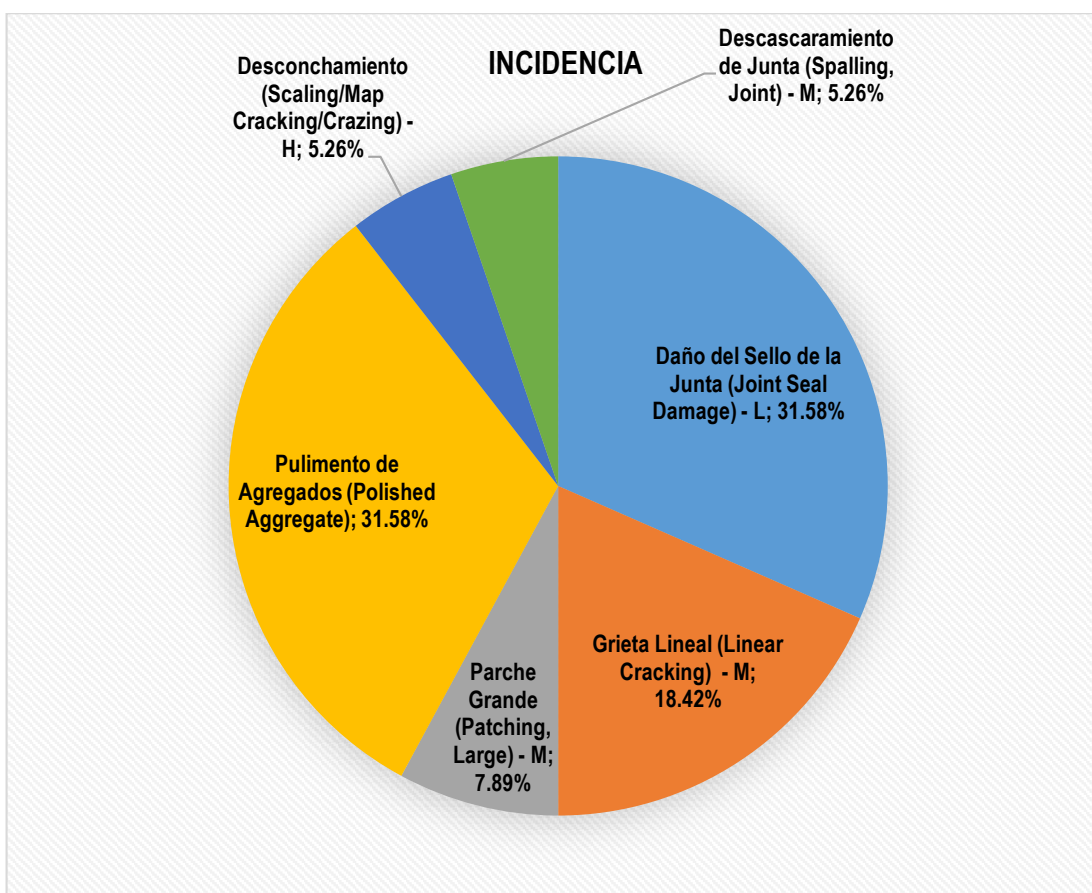


Figura 94. Gráfico de incidencias de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 04 de la segunda cuadra del jirón Ayacucho.

Descripción e interpretación

La unidad de muestra UM - 04 tiene 12 losas y pertenece a la segunda cuadra del jirón Ayacucho. La falla encontrada con un nivel de **severidad alta** fue: desconchamiento; con **severidad media** fueron: grietas lineales, parche grande, descascaramiento de junta; con un nivel de **severidad bajo** fue: daño del sello de la junta; y sin nivel de severidad se encontró la falla de pulimento de agregados. Se hace mención que se obtuvo los valores deducidos: 29.67, 25.83, 16.90, 9.70, 6.83 y 2.00. Siguiendo el procedimiento se obtuvo el máximo valor reducido corregido de 50.38, con un **PCI de 49.62**, que corresponde a un pavimento **Regular**.

Evaluación de unidad de muestra UM - 05

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR: LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis				FECHA: ENERO 2019		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA: JIRÓN AYACUCHO						
DISTRITO: CHANCHAMAYO			PROVINCIA: CHANCHAMAYO			
REGIÓN: JUNÍN			TIPO DE USO: VEHICULAR/TODO TIPO			
ANCHO DEL PAVIMENTO: 3.30		m		LARGO: 5.70		m
AÑO DE CONSTRUCCIÓN: 1992			27 Años		ÁREA: 18.81	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS: 14			NÚMERO TOTAL DE LOSAS: 14			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
UM - 05						
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Cracking)					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	L	Severidad Baja			
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)	UM - 05	M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	N° LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
26	Daño del Sello de la Junta	1	L	Severidad Baja	100.00%	2.00
28	Grieta Lineal	7	L	Severidad Baja	50.00%	18.90
29	Parche Grande	2	L	Severidad Baja	14.29%	4.07
31	Pulimento de Agregados	14			100.00%	9.70
36	Desconchamiento	3	H	Severidad Alta	21.43%	30.21
37	Grietas de Retracción	2			14.29%	0.00
38	Descascaramiento de Esquina	1	L	Severidad Baja	7.14%	0.84
39	Descascaramiento de Junta	1	M	Severidad Media	7.14%	2.86


 Segundo A. Romero Romero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 34694

26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)
-----------	---

El sello de junta no esta relacionada por la densidad. La severidad de daño es determinado por condición del sellador en general para la unidad de muestra en particular.

Los valores reducidos para los tres niveles de severidad son:

- L = 2 PUNTOS
- M = 4 PUNTOS
- H = 8 PUNTOS

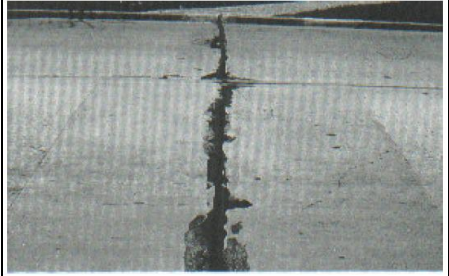
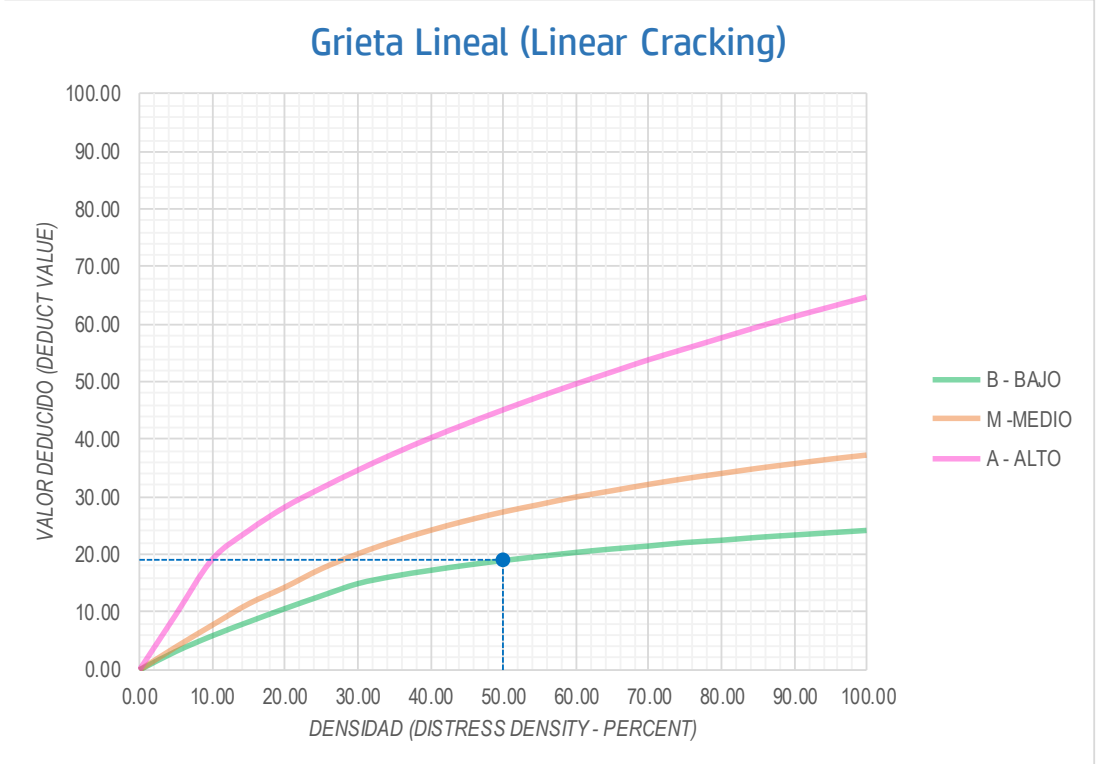
VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal
L	SEVERIDAD BAJA
DENSIDAD = 28.57	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 2.00	
	

Figura 95. Patología de daño del sello de la junta de severidad baja, de la unidad de muestra UM - 05.

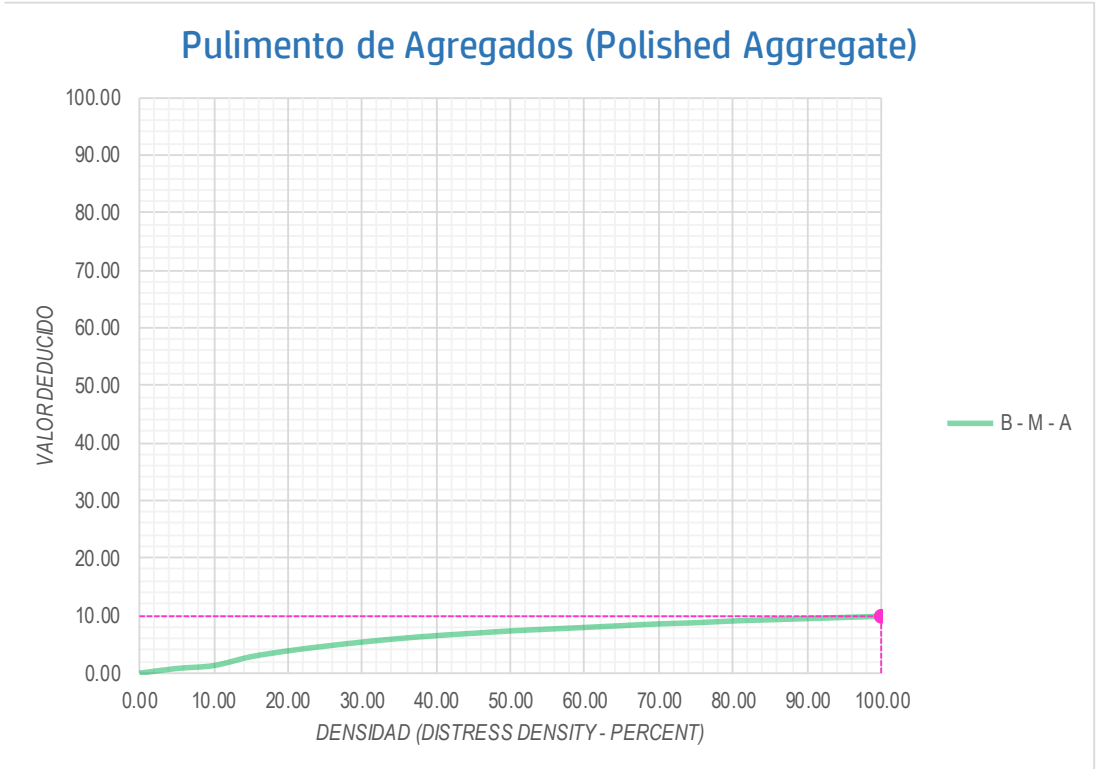


Densidad	Valor Deducido (Deduct Value)		
	B - BAJO	M - MEDIO	A - ALTO
0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	3.20	4.00	9.60
10.00	5.90	7.80	19.20
15.00	8.30	11.50	24.20
20.00	10.60	14.40	28.30
25.00	12.80	17.60	31.60
30.00	14.90	20.20	34.70
35.00	16.20	22.40	37.60
40.00	17.20	24.30	40.30
45.00	18.10	26.00	42.80
50.00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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)
L	SEVERIDAD BAJA
DENSIDAD = 50.00	
VALOR DEDUCIDO (VD) = 18.90	

Figura 96. Patología de grietas lineales de severidad baja, de la unidad de muestra UM - 05.

31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)
-----------	--



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

INTERPOLACIÓN PARA HALLAR EL VALOR DEDUCIDO	
ID	TIPO DE DAÑO
31	Pulimento de Agregados (Polished)

DENSIDAD =	100.00
VALOR DEDUCIDO (VD) =	9.70

Figura 97. Patología de pulimento de agregados de la unidad de muestra UM - 05.

Cálculo de Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra UM - 05

CÁLCULO DEL NÚMERO MÁXIMO ADMISIBLE DE FALLA PERMITIDA (m)

VAR = 30.21

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right)(100 - VAR) = 7.41$$

CÁLCULO DEL VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (VDC)

N°	VALORES DEDUCIDOS								q	VDT	VDC
1	30.21	18.90	9.70	4.07	2.86	2.00			8	67.74	
2	30.21	18.90	9.70	4.07	2.86	2.00			7	67.74	
3	30.21	18.90	9.70	4.07	2.86	2.00			6	67.74	34.646
4	30.21	18.90	9.70	4.07	2.86	2.00			5	67.74	
5	30.21	18.90	9.70	4.07	2.00	2.00			4	66.89	39.194
6	30.21	18.90	9.70	2.00	2.00	2.00			3	64.81	41.629
7	30.21	18.90	2.00	2.00	2.00	2.00			2	57.11	44.076
8	30.21	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00			1	40.21	40.214

VDC_{MAX} = 44.08

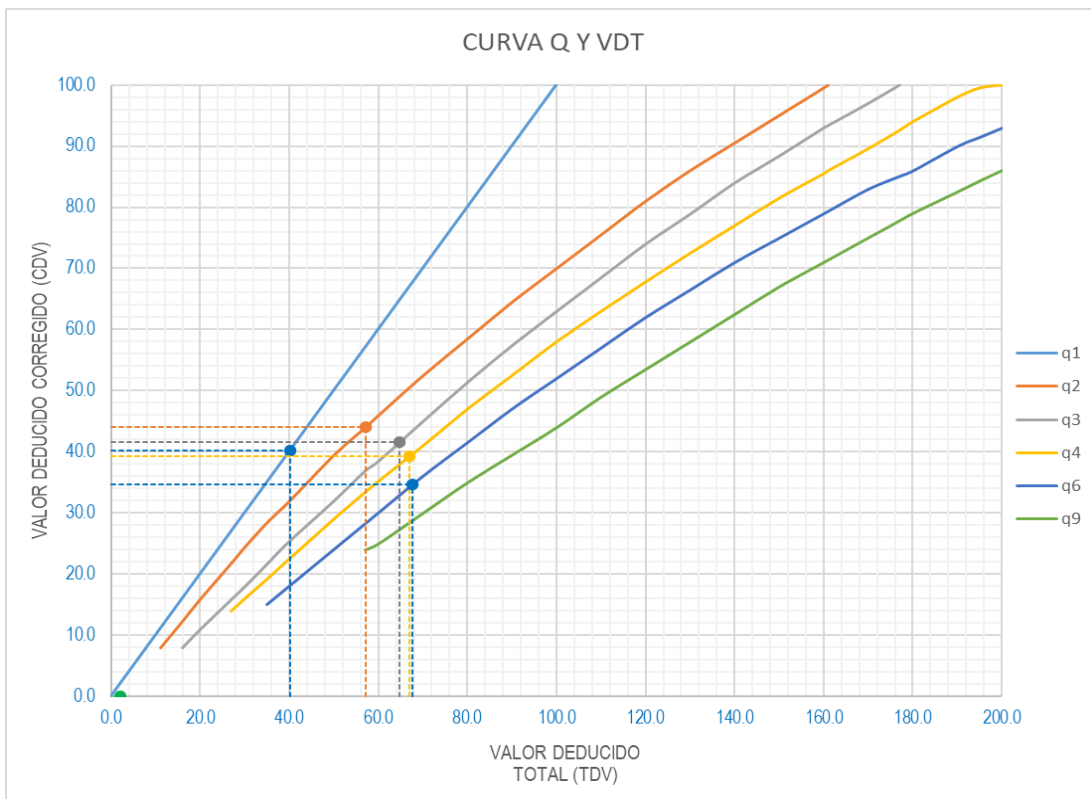


Figura 98. Ábaco para hallar los Valores Deducidos Corregidos de la unidad de muestra UM - 05.

VALOR DEDUCIDO TOTAL (TDV)	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)						VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS
	q ₁	q ₂	q ₃	q ₄	q ₆	q ₉	
0.0	0.0						
10.0	10.0						
11.0	11.0	8.0					VDT
16.0	16.0	12.4	8.0				q ₉
20.0	20.0	16.0	11.0				
27.0	27.0	21.9	15.9	14.0			
30.0	30.0	24.5	18.0	16.0			
35.0	35.0	28.5	21.7	19.2	15.0		VDT
40.0	40.0	32.0	25.4	22.5	18.0		67.74
50.0	50.0	39.5	32.0	29.0	24.0		q ₆
57.0	57.0	44.0	36.9	33.4	28.2	24.0	34.65
60.0	60.0	46.0	38.5	35.2	30.0	25.0	
70.0	70.0	52.5	45.0	41.0	36.0	30.0	VDT
80.0	80.0	58.5	51.4	47.0	41.5	35.0	66.89
90.0	90.0	64.5	57.4	52.5	47.0	39.5	q ₄
100.0	100.0	70.0	63.0	58.0	52.0	44.0	39.19
110.0		75.5	68.5	63.0	57.0	49.0	
120.0		81.0	74.0	67.8	62.0	53.5	VDT
130.0		86.0	78.9	72.5	66.5	58.0	64.81
140.0		90.5	84.0	77.0	71.0	62.5	q ₃
150.0		95.0	88.4	81.5	75.0	67.0	41.63
160.0		99.5	93.0	85.5	79.0	71.0	
161.0		100.0	93.4	86.0	79.4	71.4	VDT
170.0			97.0	89.6	83.0	75.0	57.11
177.0			100.0	92.6	85.1	77.8	q ₂
180.0				94.0	86.0	79.0	44.08
190.0				98.0	90.0	82.5	
195.0				99.5	91.5	84.3	VDT
200.0				100.0	93.0	86.0	40.21
							q ₁
							40.21

Figura 99. Grafico para hallar los Valores Deducidos Corregidos (VDC), de la unidad de muestra UM - 05.

RANGO DE CLASIFICACIÓN DEL PCI		
RANGO PCI %	ESTADO	COLOR
100 85	Excelente (Excellent)	Verde
85 70	Muy Bueno (Very Good)	Verde claro
70 55	Bueno (Good)	Amarillo
55 40	Regular (Fair)	Púrpura
40 25	Malo (Poor)	Rojo
25 10	Muy Malo (Very Poor)	Naranja
10 0	Fallado (Failed)	Gris

$PCI = 100 - VDC_{MAX}$
PCI = 55.92
CLASIFICACIÓN
Bueno (Good)
MUESTRA UM - 05

Figura 100. Clasificación de la UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.

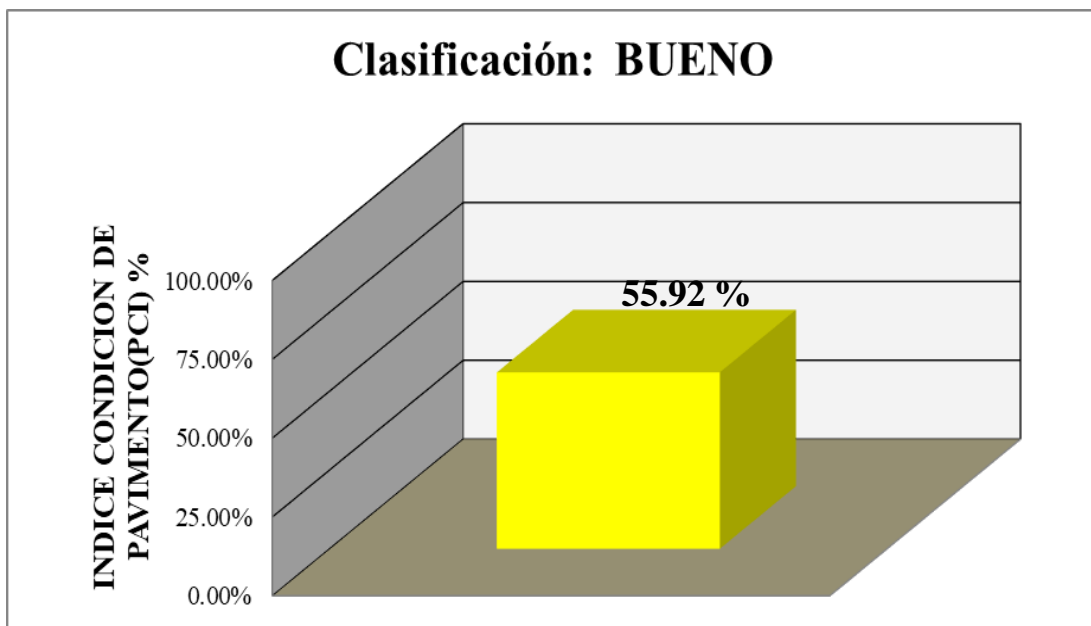


Figura 101. Gráfico de la clasificación del PCI de la unidad de muestra UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.

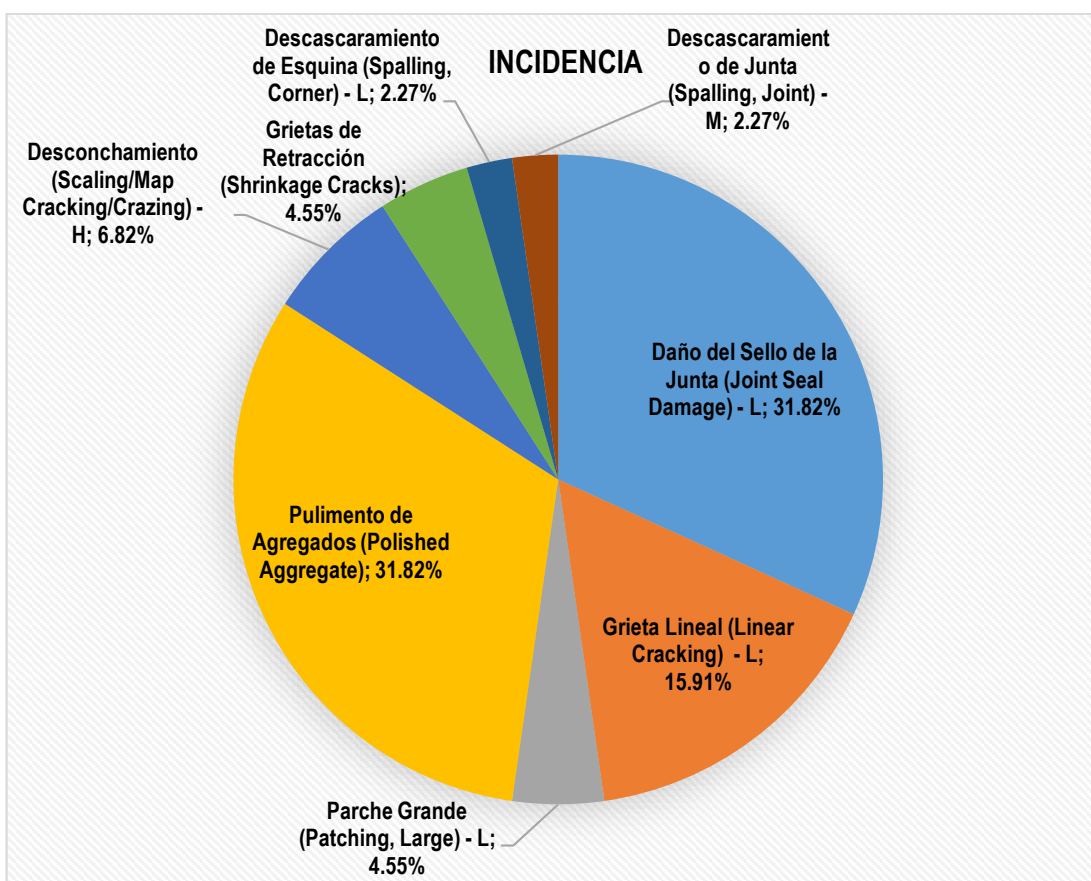


Figura 102. Gráfico de incidencia de patologías registradas en el pavimento rígido de la unidad de muestra UM - 05 de la primera cuadra del jirón Ayacucho.

Descripción e Interpretación

La unidad de muestra UM - 05 tiene 14 losas y pertenece a la primera cuadra del jirón Ayacucho. La falla encontrada con un nivel de **severidad alta** fue: desconchamiento; con un nivel de **severidad media** fue: descascaramiento de junta; y con un nivel de **severidad bajo** fueron: daño del sello de la junta, grieta lineal, parche grande y descascaramiento de esquina; y sin nivel de severidad se encontró la falla de pulimento de agregados. Se hace mención que se obtuvo los valores deducidos: 30.21, 18.90, 9.70, 4.07, 2.86 y 2.00. Siguiendo el procedimiento se obtuvo el máximo valor deducido corregido de 44.08, con un **PCI de 55.92**, que corresponde a un pavimento **Bueno**.

5.1.1. Resumen de resultados

Tabla 14. Tipo de Patologías presentes en la pavimentación del jirón Ayacucho.

TIPOS DE FALLAS	Losas dividida	Escala	Daño del sello de la junta	Grieta lineal	Parche grande	Pulimento de agregados	Punzonamiento	Desconchamiento	Grietas de retracción	Descascaramiento de esquina	Descascaramiento de junta	
UM-01	%	2.15	21.51	18.28	2.15	21.51	2.15	6.45		10.75	15.05	
	Losas	02	--	17	02	20	02	06		10	14	
UM-02	%	7.84	24.41	15.69	5.88	23.53					23.53	
	Losas	04	--	08	03	12					12	
UM-03	%		5.56	24.07	22.22	3.70	24.07	3.70	3.70		12.96	
	Losas		03	--	12	02	13	02	02		07	
UM-04	%		25.71	18.42	7.89	31.58		5.26			5.26	
	Losas		--	07	03	12		02			02	
UM-05	%		11.76	15.91	4.55	31.82		6.82	4.55	2.27	2.27	
	Losas		--	07	02	14		03	02	01	01	
Total de losas		06	03	--	51	12	71	04	13	02	11	36
Prom. Inc. (%)		5.94	5.56	26.50	18.49	5.18	26.06	2.93	5.93	4.55	9.98	16.57

Fuente: Elaboración propia (2019)

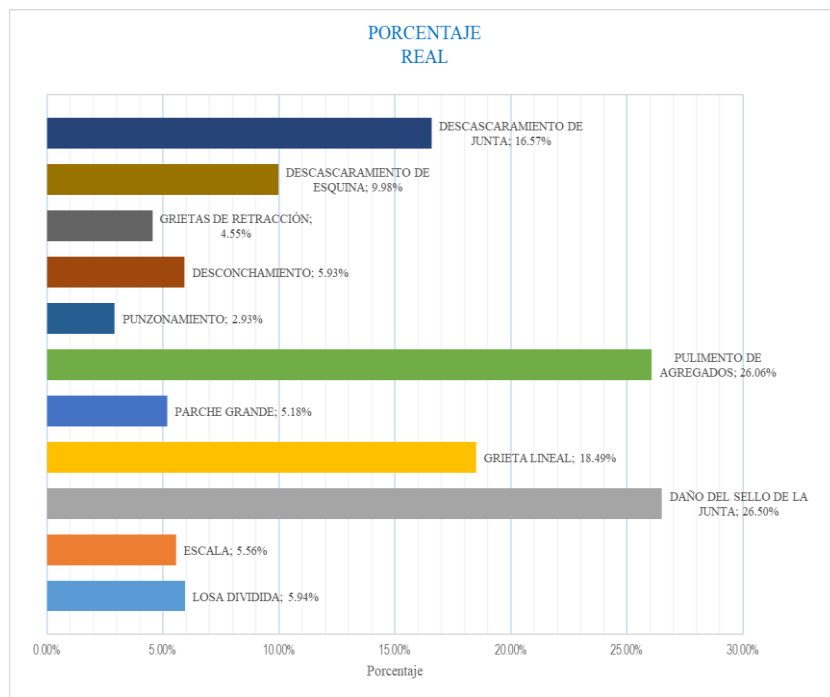


Figura 103. Gráfico de porcentajes de patologías generales registradas en el pavimento Rígido del jirón Ayacucho.

Interpretación

Las patologías que más daños reales producen en el pavimento Rígido del jirón Ayacucho es: pulimento de agregados (28.79 %), daño del sello de la junta (20.83 %), grieta lineal (19.73 %) y descascaramiento de junta (17.20%).

Tabla 15. Índice de Condición general de la investigación.

UNIDAD DE MUESTRA	LOSAS	PCI - UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN	PCI	DESCRIPCIÓN
UM - 01	20	21.79	MUY MALO	38.64	MALO
UM - 02	12	30.66	MALO		
UM - 03	13	43.19	REGULAR		
UM - 04	12	49.62	REGULAR		
UM - 05	14	55.92	BUENO		
TOTAL	71				

Fuente: Elaboración propia (2019)

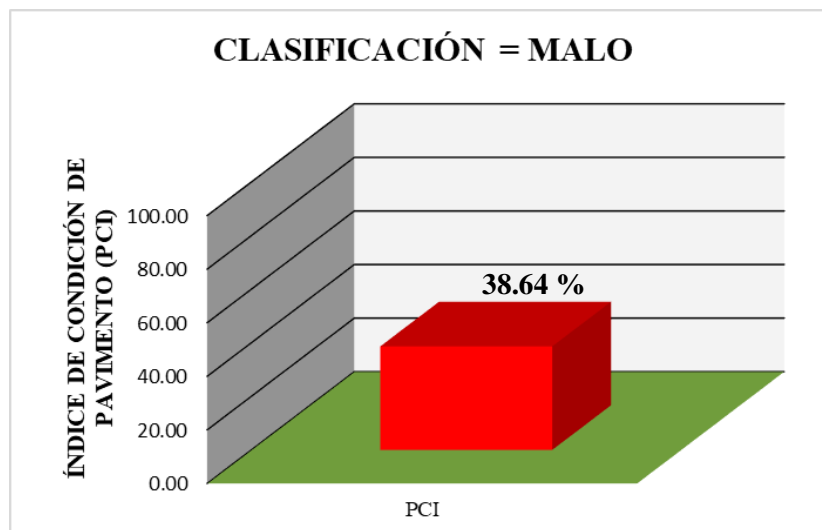


Figura 104. Gráfico de la clasificación del PCI general del jirón Ayacucho.

Interpretación

El Índice de Condición de Pavimento (PCI) del jirón Ayacucho es MALO con un 38.64 % según los rangos de clasificación del PCI.

5.2. Análisis de Resultados

Una vez procesado los resultados obtenidos en cada una de las muestras evaluadas se presenta el siguiente análisis:

a) Se identificaron las siguientes patologías por unidad de muestra:

Unidad de muestra UM – 01: quinta cuadra del jirón Ayacucho.

- Losa dividida 2.15 %
- Daño del sello de la junta 21.51 %
- Grieta lineal 18.28 %
- Parche grande 2.15 %
- Pulimento de agregados 21.51 %
- Punzonamiento 2.15 %

- Desconchamiento 6.45 %
- Descascaramiento de esquina 10.75 %
- Descascaramiento de junta 15.05 %

Unidad de muestra UM – 02: cuarta cuadra del jirón Ayacucho.

- Losa dividida 7.84 %
- Daño del sello de la junta 23.53 %
- Grieta lineal 15.69 %
- Parche grande 5.88 %
- Pulimento de agregados 23.53 %
- Descascaramiento de junta 23.53 %

Unidad de muestra UM – 03: tercera cuadra del jirón Ayacucho.

- Escala 5.56 %
- Daño del sello de la junta 24.07 %
- Grieta lineal 22.22 %
- Parche grande 3.70 %
- Pulimento de agregados 24.07 %
- Punzonamiento 3.70 %
- Desconchamiento 3.70 %
- Descascaramiento de junta 12.96 %

Unidad de muestra UM – 04: segunda cuadra del jirón Ayacucho.

- Daño del sello de la junta 31.58 %

- Grieta lineal 18.42 %
- Parche pequeño 7.89 %
- Pulimento de agregados 31.58 %
- Desconchamiento 5.26 %
- Descascaramiento de junta 5.26 %

Unidad de muestra UM – 05: primera cuadra del jirón Ayacucho.

- Daño del sello de la junta 31.82 %
- Grieta lineal 15.91 %
- Parche grande 4.55 %
- Pulimento de agregados 31.82 %
- Desconchamiento 6.82 %
- Grietas de retracción 4.55%
- Descascaramiento de esquina 2.27 %
- Descascaramiento de junta 2.27 %

b) Se realizó la evaluación por cuadra, con las siguientes características:

Tabla 16. Características de la evaluación.

Cuadras	Número de losas	Medidas de la losas	Unidades de muestras
Primera	14	Ancho: 3.3 m. Largo: 5.7 m.	UM - 05
Segunda	12	Ancho: 5.8 m. Largo: 5.0 m.	UM – 04
Tercera	13	Ancho: 4.2 m. Largo: 5.8 m.	UM – 03
Cuarta	12	Ancho: 4.0 m. Largo: 6.0 m.	UM – 02
Quinta	20	Ancho: 4.1 m. Largo: 6.8 m.	UM - 01

Fuente: Elaboración propia (2019)

c) Se obtuvieron los siguientes índices de integridad estructural del pavimento y la condición operacional se la superficie de las pistas

del jirón Ayacucho:

Tabla 17. Índice de integridad estructural y condición operacional.

UNIDAD DE MUESTRA	PCI – UNIDAD DE MUESTRA	ESTADO
UM - 01	21.79	MUY MALO
UM - 02	30.66	MALO
UM - 03	43.19	REGULAR
UM - 04	49.62	REGULAR
UM - 05	55.92	BUENO

Fuente: Elaboración propia (2019)

Con un **PCI** promedio del jirón Ayacucho de **38.64**, con una clasificación **Malo**.

VI. Conclusiones

- Se identificaron las siguientes patologías en el concreto hidráulico del jirón Ayacucho: el 26.50% es daño del sello de la junta, el 26.06% es pulimento de agregados, el 18.49% es grieta lineal, el 16.57% es descascaramiento de junta, el 9.98% es descascaramiento de esquina, el 5.94% es losa dividida, el 5.93% es desconchamiento, el 5.56% es escala, el 5.18% es parche grande, el 4.55% es grieta de retracción y el 2.93% es punzonamiento.
- Se evaluaron y calcularon el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, considerando cinco unidades de muestra: UM – 01 con un rango de 21.79, clasificándose como MUY MALO. UM – 02 con un rango de 30.66, clasificándose como MALO. UM – 03 con un rango de 43.19, clasificándose como REGULAR. UM - 04 con un rango de 49.62, clasificándose como REGULAR. UM – 05 con un rango de 55.92, clasificándose como BUENO.
- Se obtuvo en general el índice de la integridad estructural del pavimento y la condición operacional de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho, con un rango de 38.64, clasificándose como MALO.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

- Al realizar las evaluaciones de la superficie de las pistas del jirón Ayacucho designadas como unidades de muestra UM – 01, UM – 02, UM – 03, UM – 04, clasificados respectivamente como MUY MALO, MALO, REGULAR Y REGULAR, se recomienda realizar su rehabilitación por parte de la municipalidad provincial de Chanchamayo.
- Evaluada la primera cuadra del jirón Ayacucho, designada como UM – 05, clasificado como BUENO, se recomienda su mantenimiento por parte de la municipalidad provincial de Chanchamayo y así poder seguir conservando el pavimento, con la finalidad de evitar daños severos posteriores.
- Se recomienda a los entes gubernamentales, locales y nacionales ejecutar proyectos de mantenimiento para poder aminorar el gasto de lo que representa una vía en deterioro.

Referencias Bibliográficas

- (1) Ramos F. Estudio de los daños del Pavimento Rígido en algunas calles de los barrios Laguito, Castillogrande y Bocanegra en zonas con nivel freático alto en la ciudad de Cartagena. Tesis para optar el título de Ingeniería Civil. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- (2) Ruiz C. Análisis de los factores que producen el deterioro de los Pavimentos Rígidos. Tesis para la obtención del título de Ingeniero Civil. Sangolquí, Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- (3) Higuera V. El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la plancha Holcim Latacunga del Cantón Latacunga provincia de Cotopaxi. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- (4) Espinoza D, Liñan M. Evaluación del pavimento rígido aplicando el método PCI en el Jirón Augusto B. Leguía, Distrito Independencia, Huaraz, 2018. Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil. Huaraz - Perú: Universidad César Vallejo.
- (5) Perez M. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento de la av. Saenz Peña desde la cuadra 1 hasta la 10, distrito de Calleria, provincia Coronel Portillo, región Ucayali - Agosto 2017. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Coronel Portillo, Ucayali: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- (6) Marin A. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en el jirón Santa Clara del distrito de Manantay, provincia de Coronel Portillo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Coronel Portillo, Ucayali: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- (7) Alvariano J. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida las Malvinas, del distrito de Mazamari. Informe de Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Satipo, Junín: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
- (8) Bernaola R. Evaluación y determinación del índice de condición del pavimento rígido en la av. Huancavelica, distrito Chilca, Huancayo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Huancayo, Junín: Universidad Nacional

del Centro del Perú.

- (9) Tapia M. Pavimentos México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- (10) Editora Macro EIRL. Reglamento Nacional de Edificaciones. En Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima: Macro EIRL; 2010.
- (11) Ramírez R, Godoy A. Patología de pavimentos rígidos de la Ciudad de Asunción Asunción, Uruguay; 2006.
- (12) Montejo A. Pavimentos, constitución y conceptos generales.: Ingeniería de Pavimentos para Carreteras; 2002.
- (13) Higuera C. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia ed. Tunja, Boyacá; 2011.
- (14) AASHTO. Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimentos; 1993.
- (15) Altamirano L. Deterioro de pavimentos rígidos Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 2007.
- (16) Gomez S. SlideShare. [Online].; 2017. Acceso 28 de Octubre de 2018. Disponible en: <https://es.slideshare.net/viiTTorin0RocKer0/pavimentos-clasificacion>.
- (17) Calo D, Polzinetti M. Manual de Pavimentos Urbanos de Hormigón. Primera ed. Buenos Aires: Ciudad Autónoma de Buenos Aires; 2016.
- (18) Londoño C. Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto. Tercera ed. Medellín: Piloto S.A.; 2004.
- (19) Rivera E, Rojas J, Darce M, Arauz C, Arauz R, Navarro S. Gestión de Conservación vial. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- (20) Vázquez L. Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- (21) ASTM. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-07). ASTM.
- (22) Domínguez J. Manual de Metodología de Investigación Científica Chimbote UCLÁD, editor. Chimbote: Gráfica Real S.A.C.; 2015.

- (23) Sánchez H, Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación Científica. Quinta ed. Lima: Business Support Aneth S.R.L.; 2017.
- (24) Hernández R. Metodología de la Investigación. Sexta ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A.; 2014.
- (25) Carrasco S. Metodología de la Investigación Científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación. Segunda ed. Lima: San Marcos E.I.R.L.; 2017.
- (26) Rodríguez J. Ética Profesional y Deontología. Primera ed. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote , editor. Chimbote: Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-10733; 2015.

Anexos

Anexo 1. Hoja de inspección de campo

Hoja de inspección de condiciones para unidad de muestra.

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES DEL PAVIMENTO PARA UNIDAD DE MUESTRA						
INSPECCIONADO POR:				FECHA:		
CALLE / JIRÓN / AVENIDA:						
DISTRITO:			PROVINCIA:			
REGIÓN:			TIPO DE USO:			
ANCHO DEL PAVIMENTO:		m	LARGO:		m	
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:			AREA:		m ²	
NÚMERO DE LOSAS EVALUADAS:			NÚMERO TOTAL DE LOSAS:			
MUESTRA		PLANO DE UBICACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS				
INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (Pavement Condition Index)						
ID	TIPO DE DAÑO					
21	Blow-up / Buckling					
22	Grieta de Esquina (Corner Break)					
23	Losa Dividida (Divided Slab)					
24	Grieta de Durabilidad "D" (Durability "D" Crackin					
25	Escala (Faulting)					
26	Daño del Sello de la Junta (Joint Seal Damage)					
27	Desnivel Carril / Berma (Lane/Shoulder Drop Off)					
28	Grieta Lineal (Linear Cracking)					
29	Parche Grande (Patching, Large)					
30	Parche Pequeño (Patching, Small)					
31	Pulimento de Agregados (Polished Aggregate)					
32	Popouts					
33	Bombeo (Pumping)					
34	Punzonamiento (Punchout)					
35	Cruce de vía Férrea (Railroad Crossing)					
36	Desconchamiento (Scaling/Map Cracking/Crazing)	MUESTRA	NIVELES DE SEVERIDAD			
37	Grietas de Retracción (Shrinkage Cracks)	0	L	Severidad Baja		
38	Descascaramiento de Esquina (Spalling, Corner)		M	Severidad Media		
39	Descascaramiento de Junta (Spalling, Joint)		H	Severidad Alta		
ID ⁽¹⁾	TIPO DE DAÑO	N° LOSAS	N/S ⁽²⁾	SEVERIDAD	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO

Anexo 2. Panel fotográfico

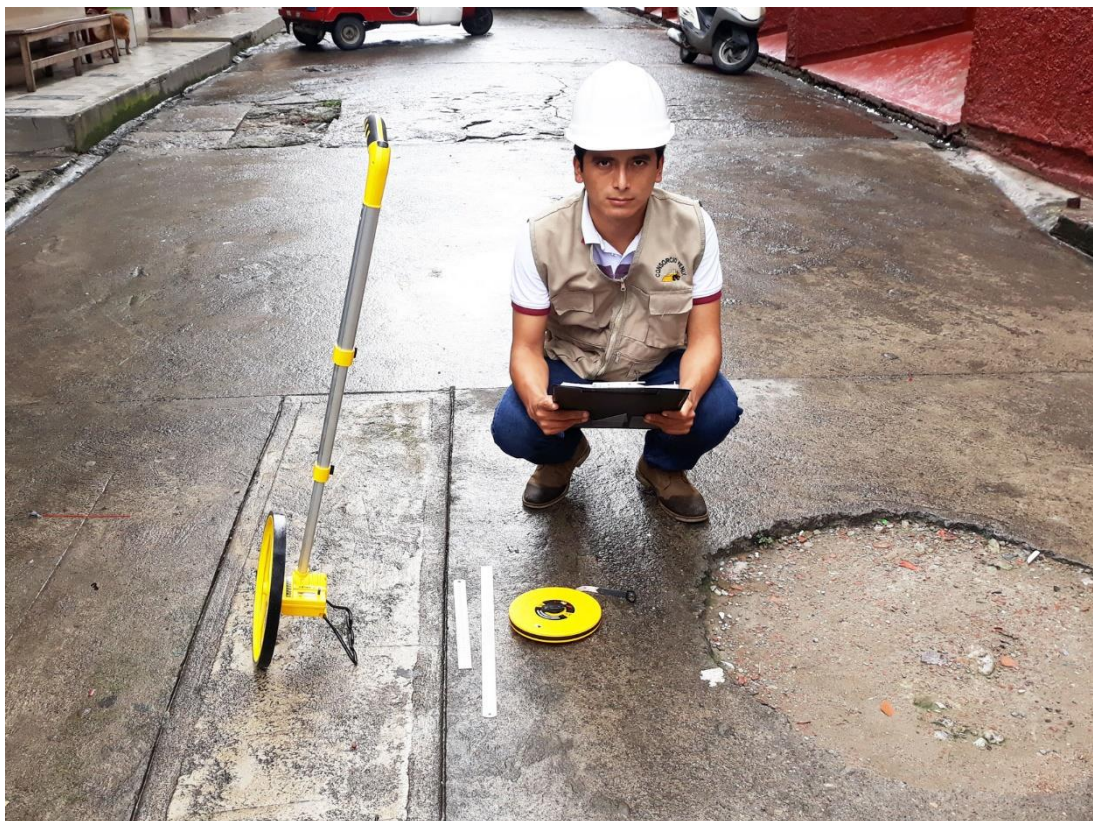
Fotografía 1. Vista panorámica del jirón Ayacucho (quinta cuadra).



Fotografía 2. Vista panorámica del jirón Ayacucho (primera cuadra).



Fotografía 3. Vista de los instrumentos y herramientas utilizadas para las evaluaciones.



Fotografía 4. Utilizando el odómetro para obtener medidas de las muestras.



Fotografía 5. Se observa la patología de pulimento de agregados en la UM – 01.



Fotografía 6. Se observa la patología de pulimento de agregados en la UM – 05.



Fotografía 7. Se observa la patología de daño del sello de la junta en la UM – 05.



Fotografía 8. Se observa la patología de daño del sello de la junta en la UM – 02.



Fotografía 9. Se observa la patología de grietas lineales en la UM – 01.



Fotografía 10. Se observa la patología de grietas lineales en la UM – 05.



Fotografía 11. Se observa la patología de descascaramiento de junta en la UM – 01.



Fotografía 12. Se observa la patología de descascaramiento de junta en la UM – 04.



Fotografía 13. Se observa la patología de parche grande en la UM – 01.



Fotografía 13. Se observa la patología de parche grande en la UM – 03.



Fotografía 14. Se observa la patología de punzonamiento de severidad media en la UM – 03.



Fotografía 15. Se observa la patología de desconchamiento en la UM – 03.



Anexo 3. Reparaciones en la unidad de muestra UM – 05.

PATOLOGÍA:	PULIMENTO DE AGREGADOS
	
DESCRIPCIÓN	Se observa el pulimento de agregados. Al sentir los agregados en la superficie suaves al tacto. Además se reduce considerablemente la adherencia con las llantas.
CAUSA	Este daño ocurre por aplicaciones repetidas de casrgas al tránsito.
REPARACIÓN	Ranurado de la superficie. Sobrecarpeta.

PATOLOGÍA:	GRIETA LINEAL
	
DESCRIPCIÓN	Se observa el daño de la grieta lineal, que divide en dos o tres pedazos la losa.
CAUSA	Es causada usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.
REPARACIÓN	Se realiza según el nivel de severidad del daño. En este caso es de nivel LEVE, por la cual se realizará el sellado de grietas más anchas que 3.0 mm.

PATOLOGÍA:	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA
-------------------	-----------------------------------



DESCRIPCIÓN	Se observa el daño del sello de la junta, en la cual se observa desprendimiento del sellante de la junta, crecimiento de vegetación y ausencia del sellante en la junta.
CAUSA	Es causada por no realizar su mantenimiento respectivo a tiempo, aproximado cada 5 años.
REPARACIÓN	Se realiza según el nivel de severidad del daño. En este caso es de nivel LEVE, por la cual se realizará un resellado de juntas para evitar deterioros posteriores.

Anexo 3. Solicitud de autorización para la municipalidad provincial de Chanchamayo.



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

SOLICITO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN AYACUCHO

SEÑOR:

LUIS RUBEN VILLA MOREL

ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CHANCHAMAYO

Yo, **LEANDRO CASTRO Xiomar Alexis**, identificado con **DNI N°71435744**, bachiller en Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Católica "Los Ángeles de Chimbote"; ante Ud. con el debido respeto me presento y expongo:

Que habiendo culminado mis estudios superiores y con motivos de optar el título profesional de Ingeniero Civil, solicito **AUTORIZACIÓN** para realizar el estudio de investigación que plasmaré en la tesis denominada: **"DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS EN EL JIRÓN AYACUCHO, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN."** El estudio a realizar será aplicando el método de **Índice de Condición de Pavimentos (PCI)**, mediante la evaluación visual; ya que la investigación es de tipo **Descriptivo, No Experimental**, por la cual no generará cambios, ni daños, ni modificar el estado actual del pavimento rígido. Posteriormente toda la información recabada será remitida a su entidad para su conocimiento y para la toma de decisiones según sean los resultados obtenidos.

Esperando acceder a mi petición, aprovecho la oportunidad para saludarlo y reiterarle las muestras de mi estima personal.

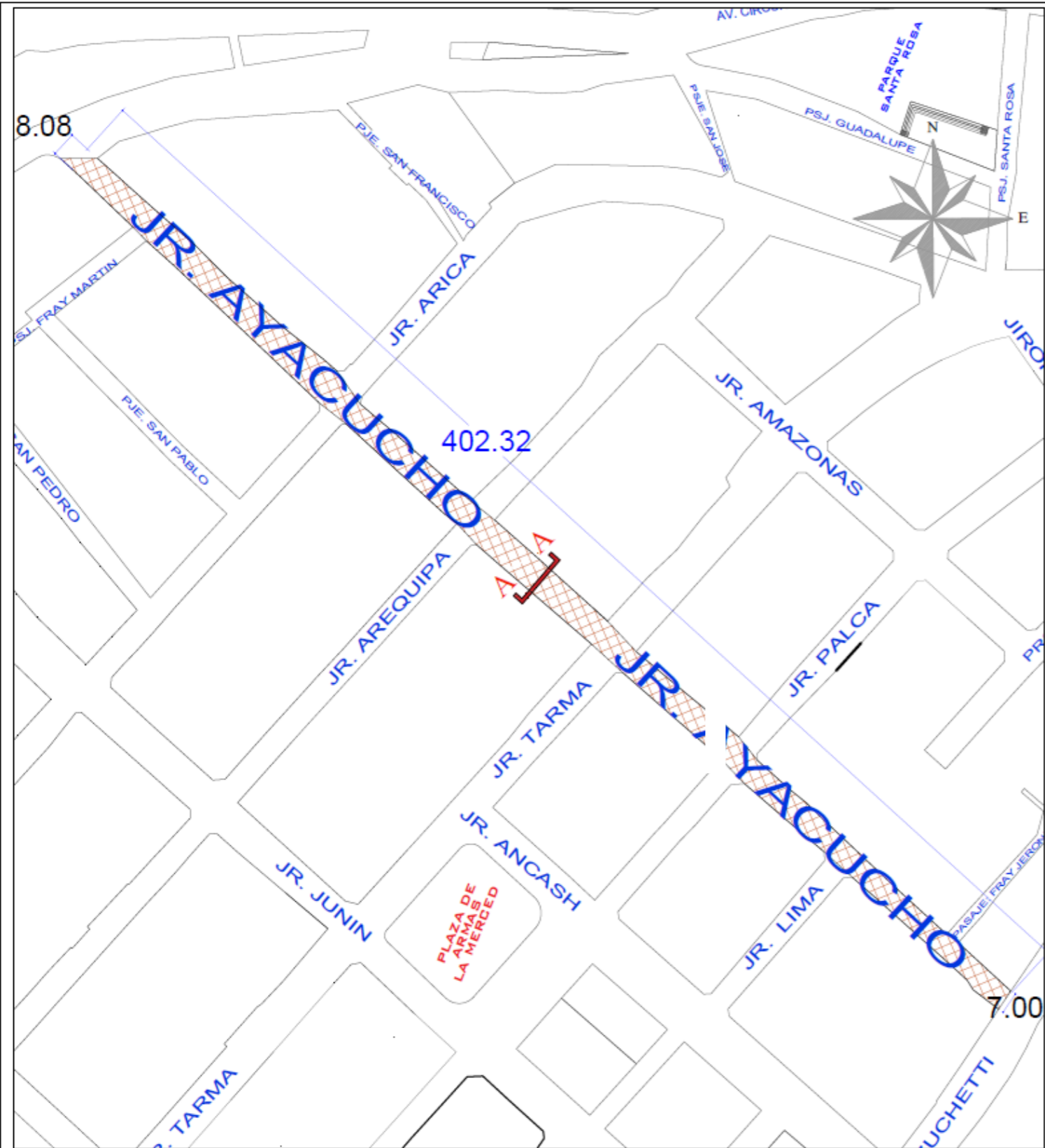
Satipo, 13 de Diciembre del 2018



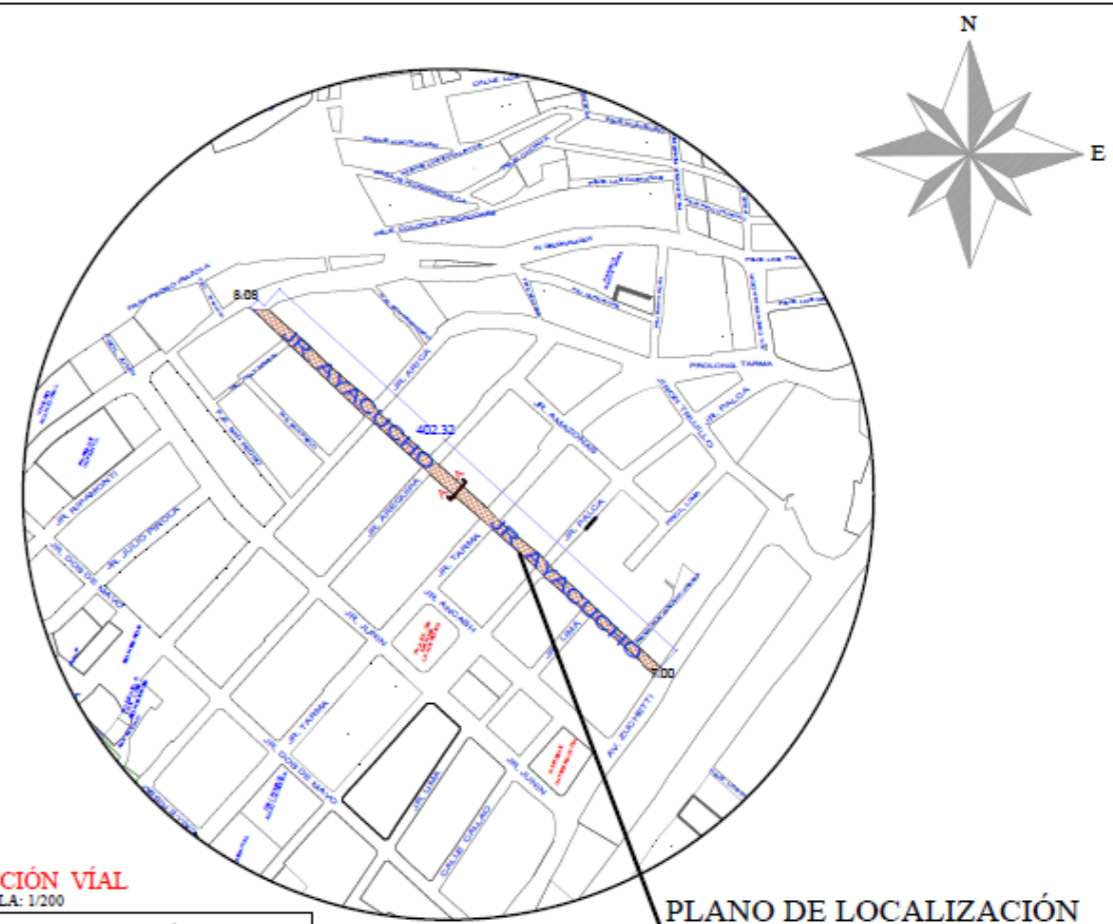
Atentamente:

Xiomar Alexis LEANDRO CASTRO
Bachiller en Ingeniería Civil
DNI N° 71435744

Anexo 4.
PLANOS

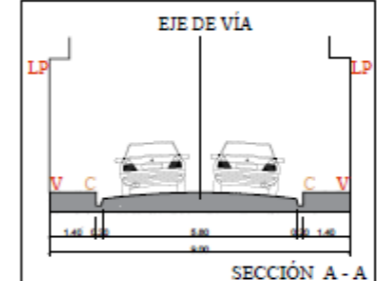


PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA: 1/1500




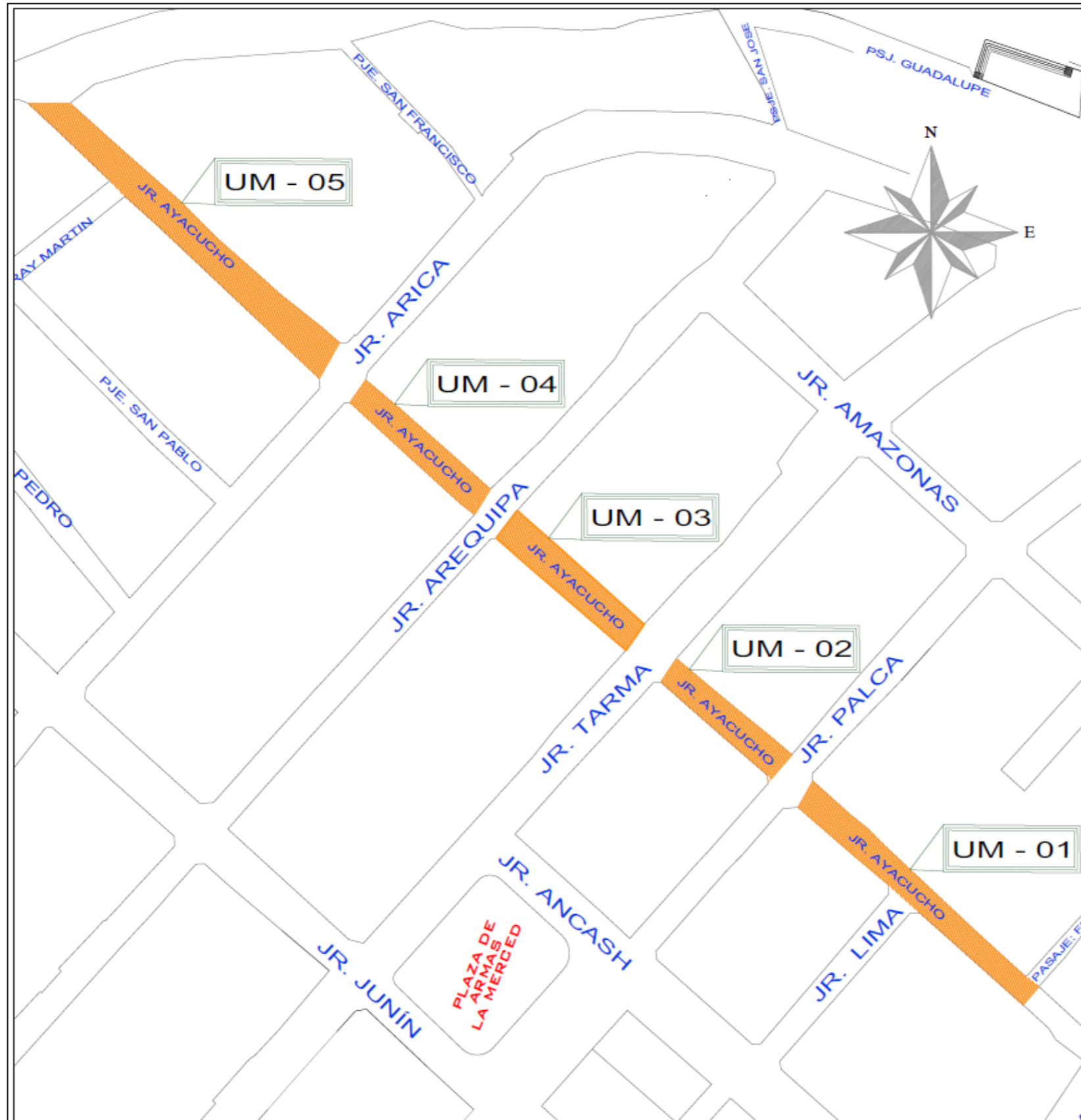
PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/5000

SECCIÓN VIAL
ESCALA: 1/200




UBICACIÓN DEL ESQUEMA	
DEPARTAMENTO:	JUNÍN
LATITUD:	11°03'21.07"
LONGITUD:	75°19'37.53"
ALTITUD:	770 m.s.n.m.

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS EN EL JIRÓN AYACUCHO, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN, ENERO - 2019		
AUTOR:	BACH. XIOMAR ALEXIS LEANDRO CASTRO	DEPARTAMENTO: JUNÍN
ASESOR:	MGTR. DENNYS ORTIZ LLANTO	PROVINCIA: CHANCHAMAYO
PLANO:	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN	DISTRITO: CHANCHAMAYO
ESCALA:	INDICADA	N° DE LÁMINA: UL-01
	FECHA:	ENERO - 2019



UNIDADES DE MUESTRAS	CUADRAS	MEDIDAS DE LAS MUESTRAS	LOSAS	MEDIDAS DE LAS LOSAS	ÁREA DE LAS LOSAS
UM - 01	QUINTA CUADRA	Ancho: 6.8 m Largo: 90.5 m	20	Ancho: 4.1 m Largo: 6.8 m	27.88 m ²
UM - 02	CUARTA CUADRA	Ancho: 6.0 m Largo: 46.6 m	12	Ancho: 4.0 m Largo: 6.0 m	24.00 m ²
UM - 03	TERCERA CUADRA	Ancho: 5.8 m Largo: 53.3m	13	Ancho: 4.2 m Largo: 5.8 m	24.36 m ²
UM - 04	SEGUNDA CUADRA	Ancho: 5.8 m Largo: 51.6 m	12	Ancho: 5.8 m Largo: 5.0 m	29.00 m ²
UM - 05	PRIMERA CUADRA	Ancho: 6.7 m Largo: 119.4 m	14	Ancho: 3.3 m Largo: 5.7 m	18.81 m ²

LEYENDA	
UM	Unidad de muestra
	Muestra
JR.	Jirón

 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE LAS PISTAS EN EL JIRÓN AYACUCHO, DISTRITO Y PROVINCIA DE CHANCHAMAYO, DEPARTAMENTO DE JUNÍN, ENERO - 2019	
AUTOR: BACH. XIOMAR ALEXIS LEANDRO CASTRO	DEPARTAMENTO: JUNÍN
ASESOR: MGTR. DENNYS ORTIZ LLANTO	PROVINCIA: CHANCHAMAYO
PLANO: UBICACIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA	DISTRITO: CHANCHAMAYO
ESCALA: 1/1500	FECHA: ENERO - 2019
N° DE LÁMINA: UDM-01	