UNIVERSIDAD DE PIURA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)

Tesis para optar el Título de
Ingeniero Civil

Enrique Armando Ipanaque Valladares
Gustavo Olivares Morante

Asesor:
Mgtr. Ing. Francisco Benjamín Chávez More

Piura, octubre de 2023

UNIVERSIDAD DE PIURA

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Enrique Armando Ipanaque Valladares, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 72563746.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
   "Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)"
   El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis[1] para optar el Título profesional[2] de Ingeniero Civil.

2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
   - Gustavo Olivares Morante, identificado con DNI N° 70274446
   - [illegible], identificado con DNI N°
   - [illegible], identificado con DNI N°
   - [illegible], identificado con DNI N°

3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
   - Mgtr. Ing. Francisco Benjamín Chávez More, identificado con DNI N° 70524654
   - [illegible], identificado con DNI N°
   - [illegible], identificado con DNI N°

4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 23/08/2023

Enrique Ipanaque V.
Firma del autor oponente[3]

[1] Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.
[2] Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.
[3] Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.

UNIVERSIDAD DE PIURA

Declaración Jurada de Originalidad del Trabajo Final

Yo, Gustavo Olivares Morante, egresado del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura, identificado(a) con DNI N° 70274446.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo final titulado:
   "Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)"
   El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis[1] para optar el Título profesional[2] de Ingeniero Civil.

2. Que el trabajo se realizó en coautoría con los siguientes alumnos de la Universidad de Piura.
   - Enrique Armando Ipanague Valladares, identificado con DNI N° 72563746
   - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
   - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
   - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número

3. La asesoría del trabajo estuvo a cargo de:
   - Mgtr. Ing. Francisco Benjamin Chávez More, identificado con DNI N° 70524654
   - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número
   - Haga clic o pulse aquí para escribir texto, identificado con DNI N° Escribir número

4. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros o de ser el caso derechos de los coautores, incluidos los derechos de propiedad intelectual, datos personales, entre otros. En tal sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

5. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

6. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

7. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad de Piura.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad de Piura y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: 23/08/2023.

Firma del autor optante[3]

[1] Indicar si es tesis, trabajo de investigación, trabajo académico o trabajo de suficiencia profesional.
[2] Grado de Bachiller, Título profesional, Grado de Maestro o Grado de Doctor.
[3] Idéntica al DNI; no se admite digital, salvo certificado.

Dedicatoria

Dedico esta tesis, a Dios, por ser quién me guio durante todo el trayecto para cumplir con el trabajo de investigación, a mi familia, por brindarme el apoyo, el soporte y el cariño necesarios para mantenerme firme en el cumplimiento y desarrollo de mis actividades.

Enrique Armando Ipanaque Valladares

Dedico esta tesis; a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar esta meta; a mis padres, por su apoyo incondicional y siempre impulsarme en el cumplimiento de mis objetivos; y a mis recordados abuelos, por sus sabios consejos.

Gustavo Olivares Morante

Resumen

La presente tesis tiene como objetivo elaborar mapas temáticos con información vial, referida principalmente a la condición del pavimento usando el método PCI, de los pavimentos flexibles y rígidos, pertenecientes a la zona de la Urbanización Miraflores, del distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura, delimitada por las avenidas Guardia Civil, Guillermo Irazola, Independencia y Luis Montero. Mapas, elaborados en ArcGIS desktop, que sirvan como herramienta para el análisis de las vías y determinación del tipo de intervención a realizar.

Los pavimentos se dividieron, según la norma ASTM D6433, en tramos, secciones y unidades de muestra, para la inspección y cálculo correspondiente. Se obtuvieron 23 secciones de pavimento flexible y una de pavimento rígido. Cada sección se dividió en unidades de muestra, dando como resultado un total de 136 unidades de muestra de pavimentos flexibles, y ocho de pavimentos rígidos. Se realizó la inspección y cálculo de PCI de la totalidad de unidades de muestra, para tener un mayor nivel de confiabilidad. Asimismo, se calculó el PCI de cada sección de pavimento, en base al PCI y al área de cada unidad de muestra individual.

Una vez obtenidos los valores de PCI de las unidades de muestra y de las secciones, se elaboraron los mapas temáticos. Se realizaron: un mapa según el tipo de pavimento de la sección, uno según el estado en que se encuentra la sección, uno según el estado de pavimento de cada unidad de muestra, uno según la falla principal que más incide al valor de PCI de la sección, uno según el cronograma de inspección, y uno que contiene la distribución de las unidades de muestra.

Como resultado, se obtuvo que, del total de secciones con pavimento flexible, diez se encuentran en estado fallado, cuatro en estado muy pobre, cuatro en estado pobre, una en estado regular, dos en estado bueno, y dos en estado muy bueno; y la sección con pavimento rígido se encuentra en estado muy bueno. Asimismo, las fallas que más inciden en el valor de PCI de las secciones, son los baches, para pavimentos flexibles; y losa dividida, para la sección con pavimento rígido.

Se concluyó que, efectivamente, la representación de los pavimentos mediante mapas temáticos es de gran ayuda para el análisis de sus atributos, y para identificar qué pavimentos requieren una pronta intervención. Respecto a las alternativas de intervención para la conservación vial, se determinó que, de las secciones con pavimento flexible, 18 requieren reconstrucción total del pavimento, tres solo mantenimiento rutinario, una mantenimiento rutinario y rehabilitación, y una solo rehabilitación. La sección con pavimento rígido requiere mantenimiento periódico y rutinario.

Tabla de contenido

Introducción 14

Capítulo 1 Presentación general 16

1.1 Descripción del problema 16

1.2 Justificación 16

1.3 Antecedentes 17

1.3.1 Antecedentes Nacionales 17

1.3.2 Antecedentes Internacionales 18

1.4 Objetivos 19

1.4.1 Objetivo General 19

1.4.2 Objetivos específicos 19

Capítulo 2 Marco teórico 20

2.1 Pavimentos 20

2.1.1 Definición 20

2.1.2 Tipos 21

2.1.3 Concepto de performance 22

2.2 Fallas en pavimentos 23

2.2.1 Definición de falla 23

2.2.2 Fallas en pavimentos flexibles 23

2.2.3 Fallas en pavimentos rígidos 33

2.3 Conservación vial 44

2.3.1 Definición e importancia 44

2.3.2 Niveles de intervención de obras viales 44

2.4 Índice de condición del pavimento 46

2.4.1 Generalidades 46

2.4.2 Muestreo y unidades de muestra 48

2.4.3 Procedimiento de inspección 50

2.4.4 Cálculo del PCI 50

2.5 Coordenadas y proyecciones 53

2.5.1 Sistema de coordenadas 53

2.5.2 Sistema de Coordenadas de la Proyección Universal Transversa de Mercator 56
2.6 Sistema de información geográfica 57
2.6.1 Generalidades 57
2.6.2 Representación de datos 58
2.6.3 Análisis 60
2.6.4 Visualización 60
2.6.5 ArcGIS desktop 60
Capítulo 3 Metodología 62
3.1 Información preliminar 62
3.1.1 Delimitación 62
3.1.2 Condiciones 63
3.2 Aplicación del método PCI 63
3.2.1 Pavimento flexible: 64
3.2.2 Pavimento rígido: 85
3.3 Desarrollo del SIG con ArcGIS desktop 94
Capítulo 4 Análisis de resultados y propuestas de intervención 101
Conclusiones 133
Recomendaciones 134
Referencias 135
Anexos 139
Anexo A Tabla de forma de medición por severidad y tipo de falla 140
Anexo B Curvas de valores deducidos para pavimentos flexibles 146
Anexo C Curvas de valores deducidos para pavimentos rígidos 153
Anexo D Curvas de valores deducidos corregidos 160
Apéndices 161
Apéndice A Tramos de pavimentos de las calles evaluadas 162
Apéndice B División de secciones en unidades de muestra de pavimento flexible 163
Apéndice C Plano de ubicación de la zona evaluada 164
Apéndice D Hojas de datos recogidas durante inspección en pavimentos flexibles 165
Apéndice E Hojas de datos recogidas durante inspección en pavimento rígido 274

Apéndice F Base de datos de la zona evaluada ingresada a ArcMap 282

Apéndice G Mapas temáticos 284

Lista de tablas

Tabla 1 *Tratamiento de conservación para pavimentos según valores de PCI*..... 45

Tabla 2 *Lista de calles de la zona evaluada* 63

Tabla 3 *Resumen de unidades de muestra de cada sección* 64

Tabla 4 *Unidades de muestra asumidas con un valor de PCI cero*..... 66

Tabla 5 *Unidades de muestra asumidas con un valor de PCI 100*..... 73

Tabla 6 *Cálculo de densidades para UM99* 73

Tabla 7 *Valores de PCI de todas las unidades de muestra de los pavimentos flexibles evaluados* 80

Tabla 8 *Valores de PCI de todas las secciones de pavimento flexible evaluadas* 84

Tabla 9 *División de secciones en unidades de muestra calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)* 85

Tabla 10 *Cálculo de densidades para UM137* 88

Tabla 11 *Valores de PCI de las unidades de muestra del pavimento rígido evaluado*..... 94

Tabla 12 *Actividades de intervención en la sección Los Geranios*..... 107

Tabla 13 *Actividades de intervención en la sección Los Girasoles* 108

Tabla 14 *Actividades de intervención en la sección Los Ébanos* 114

Tabla 15 *Actividades de intervención en la sección Los Cidras* 120

Tabla 16 *Actividades de Intervención en la sección Las Dalias (Cerca a Av. Independencia)* 131

Lista de figuras

Figura 1 *Paquete estructural de un pavimento flexible* 20
Figura 2 *Modelos de paquete estructural de un pavimento rígido* 21
Figura 3 *Modelo de paquete estructural de un pavimento semirrígido* 22
Figura 4 *Falla tipo piel de cocodrilo* 24
Figura 5 *Falla tipo exudación* 24
Figura 6 *Falla tipo fisuras en bloque* 25
Figura 7 *Falla tipo abultamientos y hundimientos* 25
Figura 8 *Falla tipo corrugación* 26
Figura 9 *Falla tipo depresión* 26
Figura 10 *Falla tipo fisura de borde* 27
Figura 11 *Falla tipo fisura por reflexión de junta* 27
Figura 12 *Falla tipo desnivel carril-berma* 28
Figura 13 *Falla tipo fisuras longitudinales y transversales* 28
Figura 14 *Falla tipo parche y parches de cortes utilitarios* 29
Figura 15 *Falla tipo agregado pulido* 29
Figura 16 *Falla tipo baches* 30
Figura 17 *Falla tipo cruce de vía férrea* 30
Figura 18 *Falla tipo ahuellamiento* 31
Figura 19 *Falla tipo desplazamiento* 31
Figura 20 *Falla tipo fisura parabólica o por deslizamiento* 32
Figura 21 *Falla tipo hinchamiento* 32
Figura 22 *Falla tipo peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados* 33
Figura 23 *Falla tipo levantamiento/pandeo* 34
Figura 24 *Falla tipo fisura de esquina* 34
Figura 25 *Falla tipo losa dividida* 35
Figura 26 *Falla tipo fisura de durabilidad* 35
Figura 27 *Falla tipo escalonamiento* 36
Figura 28 *Falla tipo daño en el sello de la junta* 36
Figura 29 *Falla tipo desnivel carril - berma* 37

Figura 30 *Falla tipo fisuras lineales* 37

Figura 31 *Falla tipo parches grandes* 38

Figura 32 *Falla tipo parches pequeños* 38

Figura 33 *Falla tipo agregado pulido* 39

Figura 34 *Falla tipo popouts* 39

Figura 35 *Falla tipo bombeo* 40

Figura 36 *Falla tipo punzonamiento* 41

Figura 37 *Falla tipo cruce de vía férrea* 41

Figura 38 *Falla tipo descascaramiento, mapa de fisuras o craquelado* 42

Figura 39 *Falla tipo fisuras de contracción* 42

Figura 40 *Falla tipo descascaramiento de esquina* 43

Figura 41 *Falla tipo descascaramiento de junta* 43

Figura 42 *Escala de graduación PCI* 47

Figura 43 *Determinación del máximo VDC* 52

Figura 44 *Paralelos, meridianos y retícula* 54

Figura 45 *Cuadrícula con coordenadas* 55

Figura 46 *Zona evaluada extraída de plano de ubicación (Apéndice C)* 62

Figura 47 *Modelo de hoja de datos para inspección de pavimentos flexibles* 65

Figura 48 *Hoja de datos UM99 - Sección Los Ceibos* 73

Figura 49 *Determinación VD para densidad 2.06 - falla piel de cocodrilo – baja severidad - UM99* 74

Figura 50 *Determinación VD para densidad 3.53 - falla piel de cocodrilo – mediana severidad - UM99* 75

Figura 51 *Determinación VD para densidad 16.67 - falla parches y parches de corte utilitario – mediana severidad - UM99* 75

Figura 52 *Determinación VD para densidad 0.46 - falla baches – mediana severidad - UM99* 76

Figura 53 *Determinación VD para densidad 1.39 - falla baches – alta severidad - UM99* 76

Figura 54 *Cálculo de PCI de UM99* 77

Figura 55 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 163.8 y q de 5 de UM99*..78

Figura 56 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 150.6 y q de 4 de UM99*...78

Figura 57 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 133.4 y q de 3 de UM99*...79

Figura 58 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 101.3 y q de 2 de UM99*...79

Figura 59 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 65.5 y q de 1 de UM99* 80

Figura 60 *Modelo de hoja de datos para inspección de pavimentos rígidos* 86

Figura 61 *Hoja de datos UM137 - Sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia)*..... 87

Figura 62 *Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisura de esquina - baja severidad - UM137*..... 88

Figura 63 *Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisuras lineales - baja severidad - UM137*..... 89

Figura 64 *Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisuras lineales - mediana severidad - UM137*..... 89

Figura 65 *Determinación VD para densidad 6.25 - falla parches pequeños - mediana severidad - UM137* 90

Figura 66 *Determinación VD para densidad 31.25 - falla agregado pulido - UM137* 90

Figura 67 *Cálculo de PCI de UM137* 91

Figura 68 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 27.23 y q de 4 de UM137.* 92

Figura 69 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 25.35 y q de 3 de UM137.* 92

Figura 70 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 22.55 y q de 2 de UM137.* 93

Figura 71 *Determinación de VDC para un valor deducido total de 19.1 y q de 1 de UM137*.. 93

Figura 72 *Mapa de lotización de la zona estudiada en formato dwg.*..... 95

Figura 73 *Configuración del sistema de coordenadas del marco de datos* 96

Figura 74 *Conversión del mapa de lotización a formato shape* 97

Figura 75 *Representación eje de vías mediante polilíneas en formato shape* 97

Figura 76 *Tablas de Atributos de los archivos shape creados*..... 98

Figura 77 *Representación de los pavimentos con su ancho de calzada* 99

Figura 78 *Separación de los pavimentos por unidades de muestra*..... 100

Figura 79 *Porcentaje de pavimentos según su tipo* 101

Figura 80 *Porcentaje de pavimentos flexibles según el estado de la sección* 102

Figura 81 *Porcentaje de pavimentos según el estado de las unidades de muestra* 102

Figura 82 *Porcentaje de pavimentos flexibles según su falla principal*..... 103

Figura 83 Figura 84. *Resumen de mapas temáticos sección Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)* 104

Figura 84 *Resumen de mapas temáticos sección Los Capulíes* 105

Figura 85 *Resumen de mapas temáticos sección Av. Cayetano Heredia* 106

Figura 86 *Resumen de mapas temáticos sección Los Geranios* 107

Figura 87 *Resumen de mapas temáticos sección Los Girasoles* 109

Figura 88 *Resumen de mapas temáticos sección Las Carolinas* 110

Figura 89 *Resumen de mapas temáticos sección Las Begonias* 111

Figura 90 *Resumen de mapas temáticos sección Los Jacintos* 112

Figura 91 *Resumen de mapas temáticos sección Camelias S1 y S2* 113

Figura 92 *Resumen de mapas temáticos sección Los Ébanos* 114

Figura 93 *Resumen de mapas temáticos sección Los Rosales* 116

Figura 94 *Resumen de mapas temáticos sección Los Almendros* 117

Figura 95 *Resumen de mapas temáticos sección Las Amapolas S1 y S2* 119

Figura 96 *Resumen de mapas temáticos sección Los Cidras* 121

Figura 97 *Resumen de mapas temáticos sección Los Ceibos* 123

Figura 98 *Resumen de mapas temáticos sección Los Claveles* 124

Figura 99 *Resumen de mapas temáticos sección Los Juncos* 126

Figura 100 *Resumen de mapas temáticos sección Los Fresnos S1 y S2* 128

Figura 101 *Resumen de mapas temáticos sección Los Cardos* 129

Figura 102 *Resumen de mapas temáticos sección S/N entre Cardos e Independencia* 130

Figura 103 *Resumen de mapas temáticos sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia)* 132

Introducción

La infraestructura vial constituye un factor importante para el desarrollo social y económico del país, permite intercambios comerciales y el acceso a servicios básicos. El Perú no se encuentra bien ubicado en materia de infraestructura de transporte respecto a otros países; asimismo, a nivel de región, Piura, tampoco se encuentra bien posicionada frente a otras regiones del país. Para que la economía del país se mantenga en un buen nivel de competitividad frente a otros países, es necesario que sus vías se encuentren en un estado adecuado durante el tiempo que se mantengan en servicio.

Muchas vías pavimentadas en el país, no se encuentran en estado adecuado para continuar recibiendo cargas de tráfico, se observan distintos desperfectos sobre la superficie de rodadura, que predisponen la disminución de capacidad funcional y estructural de los pavimentos. Las razones de esta reducción de capacidad, son diversas; sin embargo, la más frecuente, es la poca o nula intervención por parte de las entidades responsables, en cuanto a la implementación actividades de intervención para la conservación de los pavimentos.

Además de estancar el desarrollo económico y social del país, pavimentos de mala calidad, producen sensaciones negativas a los usuarios de las vías, aumentado los costos de operación y llegando a producir accidentes graves. Es imprescindible tomar acciones para mejorar la calidad de las vías del país y la región.

Con el afán de otorgar mayor eficiencia a los proyectos, en todas sus etapas, surge la necesidad del uso de herramientas que permitan una visión más amplia del proyecto en su conjunto y generen un entorno más colaborativo entre los involucrados. De esta manera, aplicado a proyectos de infraestructura vial, los sistemas de información geográfica (SIG), constituyen una buena alternativa, como herramienta, en cuanto a su capacidad de gestionar datos espaciales y generar elementos de presentación para ser visualizados y analizados por las partes involucradas de una manera dinámica.

Se identificó que los pavimentos flexibles y rígidos, de la zona de la Urbanización Miraflores, del distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura, delimitada por las avenidas Guardia Civil, Guillermo Irazola, Independencia y Luis Montero, se encontraban bastante descuidadas, presentado condiciones de pavimento variables. Esta zona fue duramente afectada durante las lluvias e inundación, debido a la salida del río Piura, del año 2017. Asimismo, se verificó que no se contaba con información vial georreferenciada de los pavimentos de esta zona.

Por lo mencionado, la presente tesis busca la utilización de un SIG, para la elaboración de mapas temáticos, con una base de datos viales, incluido el índice de condición de pavimento (PCI), de los pavimentos flexibles y rígidos de la zona mencionada. Mapas que permitan una amplia visualización de los pavimentos, para su análisis, y la toma de decisiones en cuanto a la óptima intervención a realizar para su conservación.

La tesis está constituida por cuatro capítulos: el primero se enfoca en la descripción general de la tesis, incluye la problemática, justificación, exploración de antecedentes nacionales e internacionales, y objetivos de la tesis; el segundo capítulo, contiene el marco teórico, con los conocimientos previos necesarios para una mejor compresión del contenido de la tesis; el tercero describe la metodología empleada para el desarrollo de los objetivos; y el cuarto capítulo, detalla el análisis de los resultados obtenidos, y propuestas de intervención, según el estado de los pavimentos.

Capítulo 1

Presentación general

1.1 Descripción del problema

La infraestructura vial es uno de los pilares que influye en el desarrollo económico y social de un país, constituye un medio para la realización de intercambios comerciales y permite a los habitantes el acceso a los servicios básicos. En la búsqueda de alcanzar una economía cada vez más competitiva, se hace necesaria una infraestructura vial en estado óptimo durante toda su vida útil; sin embargo, la realidad es otra.

En muchas de las vías pavimentadas del Perú, ya sean carreteras o vías urbanas, se observan señales de un considerable estado de deterioro. A lo largo de las vías se aprecian distintos desperfectos sobre la superficie de rodadura, que inducen a la falla total de la infraestructura, mucho antes de haberse cumplido su tiempo de vida útil. Según Martínez et al. (2019), solo en la provincia de Piura se estima que hay 1526 ha de áreas urbanas indebidamente pavimentadas.

Existen diferentes factores que influyen en el deterioro temprano del pavimento, tales como deficientes diseños estructurales y de mezcla asfáltica, inadecuados procedimientos constructivos, acción de fenómenos naturales, o falta de ejecución de actividades de conservación. La carencia de durabilidad y mala calidad de los pavimentos, que predisponen la aparición de fallas, pueden causar problemas tanto a nivel estructural como funcional. Serios inconvenientes de transitabilidad se traducen en incomodidad por parte de los usuarios y trabas para el desarrollo económico del país.

1.2 Justificación

De acuerdo con el Reporte Global de Competitividad 2019, Perú se encontraba en el puesto 97 de 141 países en infraestructura de transporte y en el puesto 102 en cuanto a la calidad de su infraestructura vial (World Economic Forum, 2019). Según el Índice de Competitividad Regional (INCORE) 2022, que mide avances en el desarrollo económico y social, Piura se ubica en el puesto 14 de un total de 25 regiones; sin embargo, en el indicador Red vial local pavimentada o afirmada del pilar Infraestructura, se encuentra en el puesto 23 (Instituto Peruano de Economía, 2022).

Ante la carencia de información vial actualizada y la necesidad de controlar una óptima calidad en la infraestructura vial del país durante toda su vida útil, se hace necesaria la implementación de herramientas que faciliten una visión más amplia del estado situacional de las vías en periodos de tiempo establecidos y que a su vez ayuden a dinamizar procesos y optimizar recursos. De esta manera los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una provechosa alternativa, por su capacidad de gestionar y analizar datos, y en cuanto a su aplicación en la gestión vial, brindan una serie de ventajas, como la visualización georreferenciada de las rutas, elaboración de mapas temáticos, acceso y almacenamiento de información de los tramos de vía, entre otras.

Por lo anteriormente mencionado, la presente investigación pretende la utilización del software ArcGIS para la gestión de los datos, y análisis mediante mapas temáticos, de las vías urbanas de una zona de la Urbanización Miraflores del distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura, delimitada por las avenidas Guardia Civil, Guillermo Irazola, Independencia y Luis Montero. Uno de los datos de mayor relevancia que se va a considerar es el Índice de Condición de Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés), normado por la ASTM D6433, mediante el cual se evaluará la condición superficial del pavimento, y se determinarán alternativas para su conservación de ser necesarias.

Esta zona ha sido escogida debido a que no se cuenta actualmente con información vial georreferenciada y a los grandes estragos, sobre la infraestructura vial, que dejó el Fenómeno del Niño Costero y la inundación debido a la salida del Río Piura, del año 2017. Estragos que aún a la fecha no han sido debidamente tratados; asimismo, que en un informe del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) se determinó que la zona se encuentra en alto riesgo ante desborde de río e inundación pluvial (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2017).

1.3 Antecedentes

La construcción de vías permite el desarrollo económico y social de las comunidades y del país. Los pavimentos tienen un periodo de vida útil, en el cual tienen que mantener adecuadas condiciones de serviciabilidad. Para asegurar su conservación y evitar un deterioro mayor al esperado, se necesita realizar cada cierto tiempo algún tipo de mantenimiento. Se han realizado investigaciones sobre la sistematización de la información vial utilizando herramientas geomáticas, con el fin de monitorear la situación de las vías y facilitar la toma de decisiones en cuanto al tipo de intervención a realizar. A continuación, se presentan trabajos de investigación previos relacionados con el tema:

1.3.1 Antecedentes Nacionales

Lapa y Mendoza (2020) investigaron la sistematización de la información para mejorar la condición y conservación de la red vial vecinal de los pavimentos comprendidos en los sectores 25, 26 y 27 de la zona delimitada por las Av. Nicolás Ayllón, Calle José Gálvez, Av. S/N 1, Av. Daniel Alcides Carrión, Av. Miguel Grau y Av. Nicolás de Piérola en el distrito de Ate, provincia y departamento de Lima. Se estableció como fin, elaborar una plataforma en la cual se añadiría información sobre el índice de condición de las carreteras pavimentadas y no pavimentadas, utilizando herramientas geomáticas. De esta manera, verificar la condición de la carretera, determinar el tipo de mantenimiento a ejecutar y proponer un plan de conservación vial. Con relación a los resultados, en cuanto al PCI, se obtuvieron todos los niveles de estado desde fallado hasta excelente; por lo tanto, los cuatro tipos de mantenimiento: rutinario, periódico, rehabilitación y construcción. De igual forma, se propuso un plan de conservación vial, el cual depende del tipo de mantenimiento y tipo de vía. Se

determinó un cronograma basado en la priorización, teniendo en cuenta que todas las obras de mantenimiento se pueden realizar; asimismo, se calculó un presupuesto de 18,643,552.80 soles para todas las obras de mantenimiento de carreteras pavimentadas y no pavimentadas, en un tiempo estimado de ejecución de 42 meses y un área de intervención de 89000.43m2.

Angulo (2019) investigó el sistema de gestión de pavimentos, utilizando el software ArcGIS, para la conservación de pavimentos de las vías locales principales del distrito de Los Baños del Inca, en Cajamarca. Con la investigación se buscó evaluar la influencia de un sistema de gestión de pavimentos, utilizando ArcGIS, en la conservación del pavimento de las vías en mención, para lo cual se creó una base de datos de las vías, se evaluó la condición del pavimento mediante el PCI y se determinó el tipo de intervención que se realizaría a las vías. De la metodología PCI se obtuvo que la condición general de los pavimentos rígidos en la zona de estudio es Muy Bueno y para los pavimentos flexibles es Excelente. Con respecto a ArcGIS se halló que el 78.32% de los pavimentos rígidos requieren de un mantenimiento correctivo, mientras que, el 54.16% de los pavimentos flexibles requieren de un mantenimiento preventivo.

Gonzales y Llata (2018) investigaron la aplicación de herramientas geomáticas para el mantenimiento vial en la Urbanización Monterrico Norte, distrito de San Borja, provincia y departamento de Lima. La investigación se realizó con el propósito de sistematizar el índice de condición del pavimento utilizando herramientas geomáticas, e identificar la serie de actividades para la realización del mantenimiento vial en la zona de estudio. Se realizaron mediciones en la zona de estudio, e identificaron distintas fallas sobre el pavimento rígido. Se obtuvo el PCI, se determinaron las actividades para el mantenimiento de las vías, y se elaboró el plan de desvío, utilizando la herramienta Network Analyst. Esta sistematización nos permite visualizar las condiciones de las vías, tener tablas de contenido y facilitar la identificación de la vía más afectada. En cuanto a resultados, el mínimo valor de PCI fue 23 y el máximo 84; por lo tanto, no se haría ninguna reconstrucción. Asimismo, se obtuvo que el costo total para las intervenciones en las vías fue de 132,960.82 dólares americanos.

1.3.2 Antecedentes Internacionales

Pachón y Gonzáles (2016) investigaron la implementación de un sistema de información geográfica para el control y evaluación del mantenimiento y rehabilitación vial de la doble calzada Bogotá-Girardot. El propósito de la investigación fue habilitar una herramienta que permita el control y evaluación de la etapa de mantenimiento y rehabilitación vial de la doble calzada Bogotá-Girardot. De esta manera se puedan tomar mejores decisiones, se logren optimizar recursos y tener un conocimiento más amplio de la información sin necesidad de ir a obra. Se realizó una inspección visual según el manual INVIAS, para realizar un inventario de obras complementarias; además, un reporte de daños de las estructuras existentes del tramo 05 de la ruta 40 de la red nacional de carreteras. Para el mantenimiento y rehabilitación, se creó un sistema de información geográfica en la plataforma ArcGIS, con la información de campo y de diferentes instituciones. Asimismo, se

recolectó información para realizar un inventario de puentes, viaductos y pasaganados, cuyo fin fue permitir su localización y búsqueda dentro del corredor vial. Se generó un reporte de daños de los pavimentos flexibles y rígidos, los cuales se espacializaron geográficamente y se les asignó atributos, de tal manera que permitían la búsqueda de diferente tipo de información. Finalmente se sistematizó la información, con lo cual se pudo identificar y ubicar espacialmente todos los tipos de inspección necesarios para el mantenimiento y rehabilitación del corredor vial en estudio.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar mediante el software ArcGIS desktop mapas temáticos que contengan información vial georreferenciada de los pavimentos flexibles y rígidos de las vías urbanas pertenecientes a la zona de la Urbanización Miraflores del distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura, delimitada por las avenidas Guardia Civil, Guillermo Irazola, Independencia y Luis Montero. Mapas que sirvan como herramienta para el análisis de las vías y determinación del tipo de intervención a realizar.

1.4.2 Objetivos específicos

- Emplear el método PCI para determinar el estado de los pavimentos.
- Utilizar el software ArcGIS desktop para la elaboración de mapas temáticos.
- Determinar el tipo de mantenimiento vial óptimo para los pavimentos.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1 Pavimentos

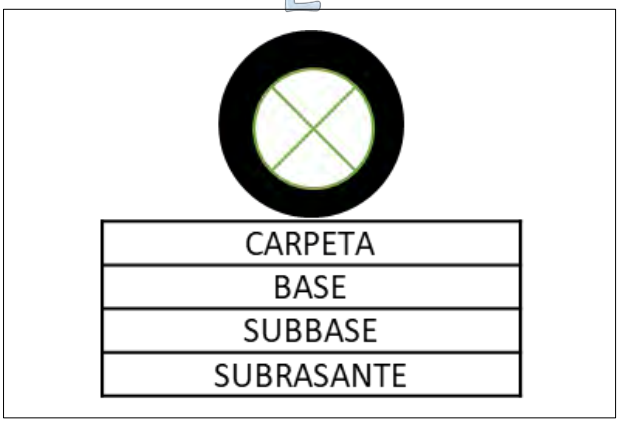
2.1.1 Definición

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014), los pavimentos están conformados por una estructura con diferentes capas, conocida como paquete estructural, que está apoyado sobre una capa subyacente denominada subrasante, la cual soporta y distribuye los esfuerzos originados por la carga vehicular (ver Figura 1). El pavimento debe asegurar comodidad, mejorar las condiciones de seguridad para el transporte y brindar un servicio de calidad al usuario. El paquete estructural está dividido por las siguientes capas:

- Capa de Rodadura: Es la capa superior del paquete estructural, puede ser de material asfáltico, para pavimentos Flexibles; de concreto, para pavimentos rígidos; o de bloquetas, para pavimentos semirrígidos. Su principal función es soportar las cargas del transporte además de proteger el paquete estructural del pavimento.
- Base: Se ubica entre la capa de rodadura y la capa sub base, su función es sostener, distribuir y transmitir las cargas del tránsito vehicular. Está constituida por un material granular drenante, que debe tener un CBR mayor o igual a 80%, en caso de no cumplir con dicha característica, debe ser tratado con materiales como cemento, cal u otro.
- Sub Base: Es la capa que sostiene la capa de rodadura y la base, está constituida por un material granular drenante que debe cumplir con la característica de presentar un CBR mayor o igual a 40%, o caso de no llegar a dicho valor, se debe tratar con materiales como cemento, cal u otro. Comúnmente esta capa es utilizada como capa de drenaje y como controlador de capilaridad del agua.

Figura 1

Paquete estructural de un pavimento flexible



2.1.2 Tipos

De acuerdo con MTC (2014), los tipos de pavimento son los siguientes:

2.1.2.1 Flexible. Su paquete estructural está conformado por una capa de rodadura de concreto asfaltico y dos capas de materiales granulares que son la base y la sub base, ubicadas sobre la subrasante (ver Figura 1). El concreto asfaltico está conformado por agregados, mezcla asfáltica, aglomerantes y por aditivos en determinados casos.

El pavimento flexible es utilizado por su buena adaptación a climas fríos, calurosos u otra condición que pudiera afectar al usuario que lo utiliza, también al disponer de material asfaltico en su capa de rodadura, es capaz de soportar deformaciones causadas por carga vehicular.

2.1.2.2 Rígido. Su paquete estructural, ubicado sobre la subrasante, está conformado por una losa de concreto, compuesta por cemento hidráulico, agregados y en ocasiones aditivos, ubicada sobre una subbase granular o base granular que puede ser estabilizada con cal, cemento o asfalto (ver Figura 2). La losa absorbe la mayor parte de los esfuerzos provenientes de la carga vehicular, por lo tanto, la transferencia de esfuerzos hacia las capas subyacentes será menor.

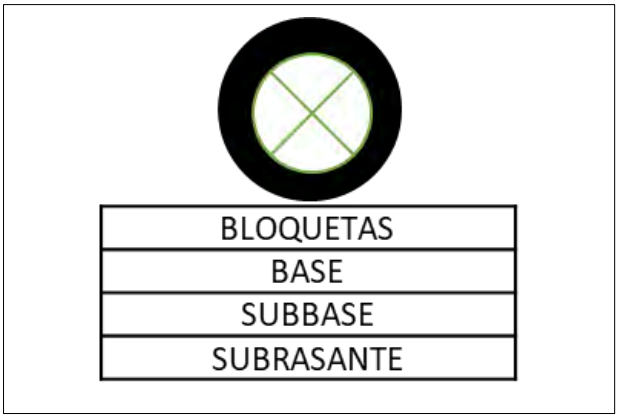
Figura 2

Modelos de paquete estructural de un pavimento rígido

2.1.2.3 Semirrígido. Su paquete estructural está conformado por una capa asfáltica, colocada sobre una base tratada con asfalto, cemento o cal. A su vez, los pavimentos adoquinados también forman parte de este tipo de pavimento, y su paquete estructural se compone de una capa de rodadura hecha de adoquines de concreto sobre una base de arena, ambas ubicadas sobre una capa de material granular o subrasante (ver Figura 3).

Figura 3

Modelo de paquete estructural de un pavimento semirrígido



2.1.3 Concepto de performance

Los pavimentos son diseñados para que cuenten con determinadas características que aseguren una adecuada transitabilidad y soporte de carga durante un tiempo conocido como periodo de diseño. Sin embargo, estas características no permanecen constantes a lo largo del tiempo, varían con la edad del pavimento, a medida que progresa su deterioro. (MTC, 2014).

2.1.3.1 Capacidad estructural. Está relacionada a la capacidad que posee el paquete estructural del pavimento para soportar solicitaciones de carga. Intervienen en este aspecto de evaluación todas las capas del pavimento, desde la subrasante hasta la superficie de rodadura, y los materiales que las conforman. Sin embargo, como ya se ha mencionado, el pavimento no mantiene la misma capacidad de soporte de carga a lo largo del tiempo, la evaluación estructural del pavimento luego de un tiempo determinado permite analizar y estimar el valor de capacidad estructural que permanece remanente y que puede ser aprovechada a fin de desarrollar propuestas para su conservación (Mayer 97 Ingenieros Asociados, C.A., 2009).

La evaluación estructural del pavimento involucra la evaluación superficial, el conocimiento de los materiales y espesores de las capas, evaluación del drenaje y la medición de las deflexiones superficiales. Para la evaluación se utilizan distintos métodos que implican tanto procedimientos destructivos como no invasivos, los de uso más frecuente son:

- **No invasivos:**

- Medición de deflexiones con la Viga Benkelman.
- Medición de deflexiones con Equipo de Deflectómetro de Impacto (FWD, por sus siglas en inglés).

- **Destructivos:** Se realiza la toma de muestras de pavimento mediante:

- Taladros a mano
- Calicatas

- Perforaciones con percusión y recuperación continua de muestras-prueba de penetración normal (SPT, por sus siglas en inglés).

- Además, para el cálculo de la resistencia a la penetración de suelos se usa el ensayo Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP, por sus siglas en inglés).

2.1.3.2 Capacidad funcional. Se refiere a la capacidad de la superficie de rodadura del pavimento de mantener un buen nivel de servicio. Involucra directamente al usuario de la vía en cuanto a la capacidad de brindarle seguridad, comodidad y no alterar su economía. Su evaluación está principalmente dirigida a valorar la fricción y regularidad superficial del pavimento (Mayer 97 Ingenieros Asociados, C.A., 2009).

2.1.3.2.1 Fricción superficial. Se refiere a la fuerza que se desarrolla en la interfase neumático-pavimento que resiste el desplazamiento al momento del frenado. Está gobernado por la influencia de tres factores determinantes: la microtextura, referida a la rugosidad de la superficie de las partículas gruesas; la macrotextura, referida a la textura global del pavimento; y la pendiente transversal, que facilita la salida del agua hacia los bordes.

2.1.3.2.2 Regularidad superficial o serviciabilidad. Se refiere a lo que perciben los usuarios de la vía respecto al nivel de servicio que ofrece el pavimento. Para su determinación se suele emplear el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI, por sus siglas en inglés).

2.2 Fallas en pavimentos

2.2.1 Definición de falla

Según American Society for Testing and Materials (ASTM, 2004), la falla en un pavimento es un indicador del estado de deterioro del mismo, producido por deficiencias constructivas, cargas del tránsito, factores ambientales o una mezcla de estos.

2.2.2 Fallas en pavimentos flexibles

En pavimentos flexibles suelen aparecer las fallas descritas a continuación, teniendo en cuenta ASTM (2004) y MTC (2013):

2.2.2.1 Piel de cocodrilo. Es un tipo de falla que se presenta solo en las áreas expuestas a repeticiones de carga de tráfico. La constituyen un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares de ángulos agudos y dan la apariencia de piel de cocodrilo. El agrietamiento inicia en la base de la superficie de rodadura y se propaga a la superficie inicialmente como fisuras longitudinales.

La causa principal de la aparición de este tipo de falla es la fatiga de la capa asfáltica, cuando ésta es sometida a repeticiones de carga de tránsito superiores a los valores admisibles. Es un indicador de insuficiencia de capacidad estructural del pavimento.

Figura 4

Falla tipo piel de cocodrilo

Nota. Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation (s.f.a).

2.2.2.2 Exudación. Se manifiesta por la formación de una película de material bituminoso sobre la superficie de rodadura, tornándola brillante, reflectante, resbaladiza y pegajosa según el nivel de severidad en el que haya progresado la falla.

Este fenómeno se puede generar por exceso de contenido de asfalto en la mezcla o en sellos asfálticos; asimismo, por un bajo porcentaje de vacíos.

Figura 5

Falla tipo exudación

Nota. Pavement Interactive (s.f.a).

2.2.2.3 Fisuras en bloque. Tipo de falla que no está relacionada a la acción de las cargas de tráfico. Caracterizada por fisuras interconectadas que seccionan la carpeta asfáltica en

porciones aproximadamente rectangulares y que varían desde los 0.3 x 0.3 m a los 3 x 3 m. Generalmente se presentan sobre una porción larga del área del pavimento.

Su causa principal es la contracción del concreto asfáltico y las variaciones diarias de temperatura. Su aparición es un indicador de endurecimiento del asfalto.

Figura 6

Falla tipo fisuras en bloque

Nota. Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation (s.f.b).

2.2.2.4 Abultamientos y hundimientos. Los abultamientos son pequeños levantamientos localizados en la carpeta asfáltica. Sus causas principales comprenden: el efecto conjunto de la acumulación de material en las grietas con las cargas de tráfico, expansiones por congelamiento, levantamiento de losas de concreto subyacentes cubiertas con una carpeta asfáltica.

Los hundimientos son pequeñas depresiones localizadas en la superficie del pavimento, su aparición está ligada a asentamientos del suelo de fundación.

Figura 7

Falla tipo abultamientos y hundimientos

2.2.2.5 Corrugación. Serie de crestas y depresiones, perpendiculares al sentido vehicular, espaciadas en intervalos por lo general de menos de 3m a lo largo del pavimento. Su causa es la combinación del tráfico con la inestabilidad de la superficie o base de la estructura del pavimento.

Figura 8

Falla tipo corrugación

Nota. Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation (s.f.c).

2.2.2.6 Depresión. Son áreas localizadas en la carpeta asfáltica que se encuentran en un nivel de elevación ligeramente menor respecto al resto del pavimento. Pueden ser identificadas por las manchas que deja el agua empozada de la lluvia cuando se seca.

Principalmente son causadas por asentamiento de la sub rasante o deficiencias constructivas. Pueden producir rugosidad o cuando son muy profundas y están llenas de agua, hidroplaneo.

Figura 9

Falla tipo depresión

2.2.2.7 Fisura de borde. Fisuras paralelas al borde exterior del pavimento, ubicados por lo general de 0.3 a 0.5 m del mismo. Su aparición se debe al debilitamiento que produce el congelamiento en los sectores próximos al borde del pavimento sobre la base o subrasante, y su condición empeora debido a las cargas de tráfico.

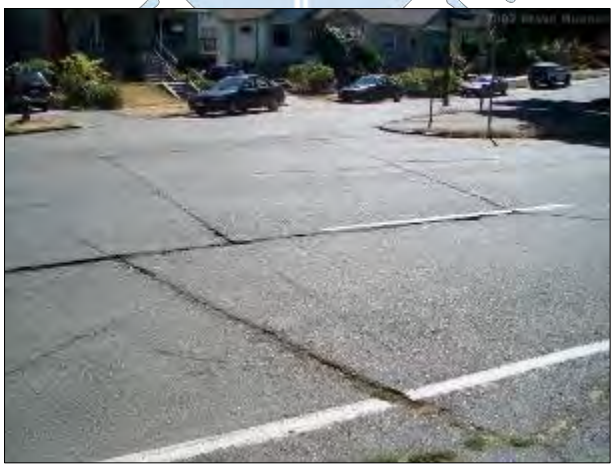
Figura 10

Falla tipo fisura de borde

2.2.2.8 Fisura por reflexión de junta. Falla no relacionada con la carga de tráfico, se presenta solo en pavimentos de concreto asfáltico que han sido construidas sobre losas de concreto. Causadas por movimientos de las losas de concreto subyacentes relacionados con la humedad o temperatura.

Figura 11

Falla tipo fisura por reflexión de junta

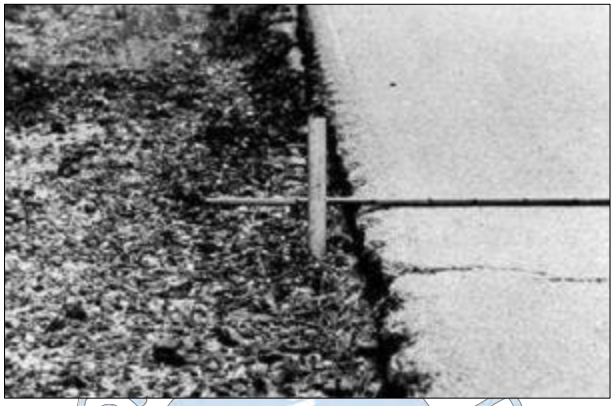


Nota. Pavement Interactive (s.f.b).

2.2.2.9 Desnivel carril-berma. Se caracteriza por la diferencia de nivel entre el borde externo del pavimento y la berma. Causada por asentamiento o efectos erosivos en la berma; asimismo, por la colocación de nuevas capas sin haber tenido en cuenta el nivel de la berma.

Figura 12

Falla tipo desnivel carril-berma



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.2.10 Fisuras longitudinales y transversales. Las fisuras longitudinales son aquellas paralelas al sentido del tráfico. Se producen principalmente por la fatiga de la carpeta asfáltica debido a repeticiones de carga. Asimismo, por encogimiento de la superficie de rodadura debido a la acción de la temperatura, endurecimiento del asfalto, o ambas; además, por alguna junta de carril del pavimento que no ha sido construida debidamente.

Las fisuras transversales son aproximadamente perpendiculares al eje de la vía. Se produce por la contracción de la mezcla por pérdida de flexibilidad o al efecto de reflexión de grietas de capas subyacentes.

Figura 13

Falla tipo fisuras longitudinales y transversales

Nota. Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation (s.f.d).

2.2.2.11 Parches y parches de cortes utilitarios. Son sectores en el pavimento que han sido reemplazados por material nuevo. Se les considera siempre una falla debido a que estas áreas parchadas por lo general no se comportan como una sección de pavimento original, se ve disminuida la serviciabilidad de la vía. Usualmente ocasiona un incremento en la rugosidad del pavimento.

Figura 14

Falla tipo parche y parches de cortes utilitarios

2.2.2.12 Agregado pulido. Esta falla se caracteriza por la insuficiente resistencia al deslizamiento de la carpeta asfáltica. Disminuye la adherencia del pavimento con las llantas, lo que aminora su contribución a la reducción de velocidad de los vehículos.

Se produce porque la cantidad de agregado en la superficie es muy poca o la que existe no tiene aspereza o suficiente porción de agregado angular, tornando la superficie suave al tacto. Está directamente relacionada al efecto de las repeticiones de carga de tráfico.

Figura 15

Falla tipo agregado pulido

2.2.2.13 Baches. Pequeños huecos sobre la superficie de rodadura que por lo general no superan los 750mm de diámetro, presentan bordes agudos y lados verticales en la parte superior de la falla.

Se producen por la destrucción o desgaste de a carpeta asfáltica, producto de la evolución de otras fallas o la falta de mantenimiento.

Figura 16

Falla tipo baches

2.2.2.14 Cruce de vía férrea. Consisten en abultamientos o depresiones alrededor, entre los rieles o ambos.

Figura 17

Falla tipo cruce de vía férrea

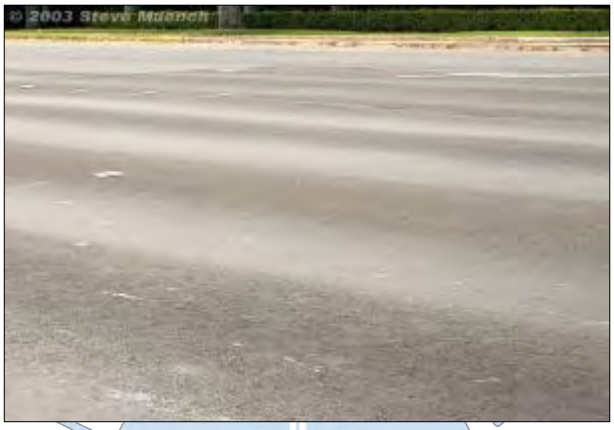
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.2.15 Ahuellamiento. Depresión superficial a lo largo del trazado de las ruedas de los vehículos, generalmente con un ancho menor a 0.8 m. Puede estar acompañado de un notable levantamiento del pavimento a los lados de la falla; sin embargo, muchas veces solo se logra visualizar la falla cuando se empoza el agua después de una lluvia.

Entre las causas que generan la falla se encuentran: la deformación permanente de cualquiera de las capas que conforman el paquete estructural, deficiente dosificación de la mezcla asfáltica, desplazamiento lateral de los materiales debido a las repeticiones de carga, mala selección del tipo de asfalto y/o materiales.

Figura 18

Falla tipo ahuellamiento



Nota. Pavement Interactive (s.f.c).

2.2.2.16 Desplazamiento. Falla asociada a las repeticiones de carga de tráfico, consiste en un desplazamiento longitudinal y permanente de un área de la superficie del pavimento. Generalmente solo se presenta en pavimentos con mezclas de asfalto líquido poco estables.

Se producen cuando los vehículos empujan contra la carpeta asfáltica, y generan una onda corta y brusca en la superficie; además, se presentan cuando un pavimento de asfalto limita con otro de concreto, el cual al incrementar su longitud empuja al pavimento de asfalto.

Figura 19

Falla tipo desplazamiento

Nota. Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation (s.f.e).

2.2.2.17 Fisura parabólica o por deslizamiento. Fisuras que se originan por lo general en forma transversal al eje del pavimento y tienen forma de media luna.

Son causadas por el frenado o cambio de dirección de las llantas de los vehículos. Se producen comúnmente en capas superpuestas, cuando no hay buena adherencia entre la capa superficial y la adyacente.

Figura 20

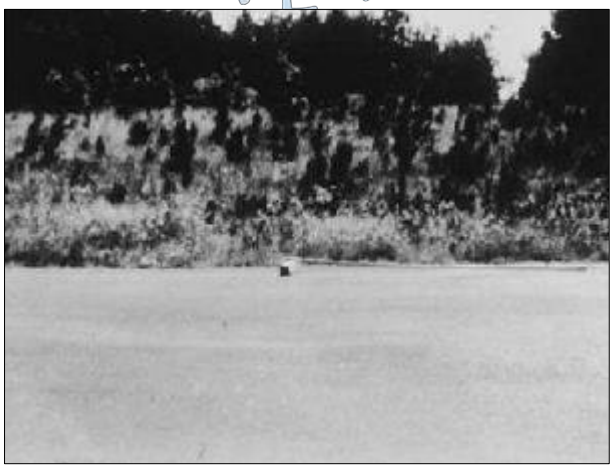
Falla tipo fisura parabólica o por deslizamiento

Nota. Pavement Interactive (s.f.d).

2.2.2.18 Hinchamiento. Consiste en un levantamiento largo y progresivo en la superficie del pavimento, suele abarcar una longitud mayor a 3 m. Es causada por congelamiento del material de subrasante o suelos expansivos. Puede llegar a producir fisuramiento superficial.

Figura 21

Falla tipo hinchamiento



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.2.19 Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados. Consiste en la desintegración superficial del pavimento por la pérdida de ligante asfáltico y agregados. Está relaciona a la acción de las cargas de tráfico.

Sus probables causas son: ligante asfáltico endurecido, mezcla de pobre calidad con insuficiente contenido de asfalto, ablandamiento de la superficie debido a derrames de aceites de vehículos, falla de adherencia del ligante con el agregado, agregados sucios o demasiado absorbentes, defectos constructivos.

Figura 22

Falla tipo peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

2.2.3 Fallas en pavimentos rígidos

En pavimentos rígidos suelen aparecer las fallas descritas a continuación, teniendo en cuenta ASTM (2004) y MTC (2013):

2.2.3.1 Levantamiento/Pandeo. Es un tipo de falla que se presenta en ambientes cálidos, se caracteriza por el levantamiento de los bordes de la losa o por una fragmentación del concreto en los bordes de la junta.

Este tipo de falla se debe a la poca anchura o abertura en las juntas de losa, o a fisuras longitudinales dentro de esta, regularmente la poca abertura se debe a la infiltración de material incompresible dentro de la junta, es por eso que, al dilatarse la losa, genera una presión, que al no contrarrestarse produce la falla.

Figura 23

Falla tipo levantamiento/pandeo

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.2 Fisura de esquina. Se identifica como una grieta que une las juntas a una distancia menor o igual a la mitad de la longitud de la losa en ambos lados, medida desde la esquina de la losa. Por ejemplo, una losa que mide 4.0 x 5.5m, la cual tiene una grieta a 1.5m de un lado y a 3.5m de otro no se considera una fisura de esquina sino una fisura diagonal, en cambio si la grieta está a 1.0m de un lado y a 2.5m del otro se considera una fisura de esquina. La fisura de esquina se diferencia del descascaramiento de esquina debido a que la primera es una grieta que se extiende de manera vertical y ocupa el espesor de la losa, en cambio, la segunda se interseca con la junta a un determinado ángulo.

Esta falla es causada por la combinación de las cargas de tránsito, la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo.

Figura 24

Falla tipo fisura de esquina

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.3 Losa dividida. Es un tipo de falla conformada por varias fisuras, las cuales dividen la losa en cuatro piezas o más.

Esta falla ocurre porque no se cuenta con un soporte adecuado o a los efectos de la sobrecarga. En caso identifique que las todas las fisuras y piezas se encuentren dentro de una fisura de esquina, se debe considerar como una fisura de esquina de alta severidad.

Figura 25

Falla tipo losa dividida

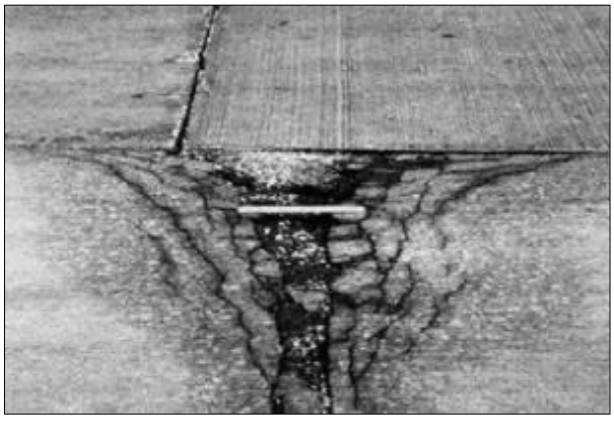
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.4 Fisura de durabilidad "D". Es un tipo de falla que se identifica como un grupo de fisuras que van en paralelo y cerca de la junta o de alguna fisura. La losa de concreto al saturarse cerca de las juntas y fisuras, ocasiona un color oscuro alrededor de las fisuras.

Este tipo de falla es originada debido a que el ciclo de congelamiento-deshielo produce una expansión del agregado grueso y con el transcurrir del tiempo fractura al concreto de manera progresiva.

Figura 26

Falla tipo fisura de durabilidad



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.5 Escalonamiento. Es un tipo de falla que se evidencia por la diferencia de niveles en las juntas.

El asentamiento provocado por una fundación blanda, el bombeo o erosión de material subyacente a la losa y el alabeo de los bordes de la losa por cambios de temperatura y humedad, son las principales causas de este tipo de falla.

Figura 27

Falla tipo escalonamiento

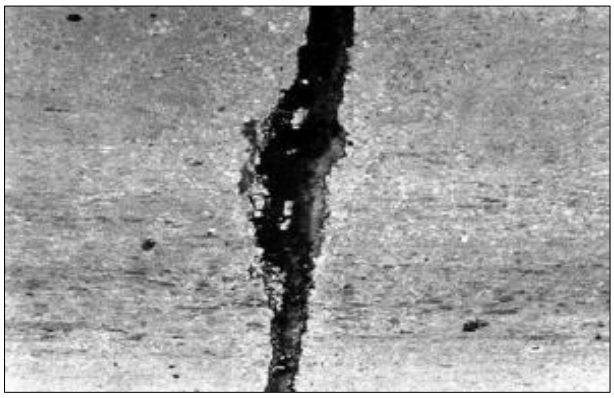
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.6 Daño en el sello de la junta. Este tipo de falla se caracteriza por la fragmentación, descascaramiento o levantamiento de las losas. Los daños que produce son: Desprendimiento del sellante de junta, derrame del sellante, crecimiento de la vegetación en la junta, endurecimiento del material de relleno, pérdida de adherencia a los bordes de la losa y carencia de sellante en la junta.

Se produce por la acumulación de material incompresible dentro de las juntas o por una infiltración considerable de agua dentro de estas.

Figura 28

Falla tipo daño en el sello de la junta



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.7 Desnivel carril – berma. Este tipo de falla se identifica por la diferencia de nivel entre el borde del carril y la berma. Puede constituir un peligro para la seguridad de la vía y causar infiltración de agua.

Es causada por la erosión o asentamiento de la berma con respecto al borde del carril.

Figura 29

Falla tipo desnivel carril - berma

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.8 Fisuras lineales: Fisuras longitudinales, transversales y diagonales. Tipo de falla en la cual las fisuras dividen la losa en dos o tres partes, para una mejor definición las fisuras lineales son aquellas grietas que siguen una dirección, por ejemplo, las fisuras longitudinales se definen como aquellas grietas paralelas al eje de la vía, las fisuras transversales son aquellas grietas perpendiculares al eje de la vía.

Este tipo de falla generalmente es causado por las cargas repetidas de tráfico o de humedad y por alabeo debido al gradiente térmico.

Figura 30

Falla tipo fisuras lineales

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.9 Parches grandes y parches grandes de cortes utilitarios (Área mayor a 0.5m^2). Este tipo de falla se debe a que la calzada presenta un nivel de deterioro tal que un área del pavimento original debe ser sustituido por un nuevo material de relleno. El parche de corte utilitario se usa para efectos de mantenimiento o instalación de servicios públicos de manera subterránea, como telefonía, luz, agua, entre otros.

Figura 31

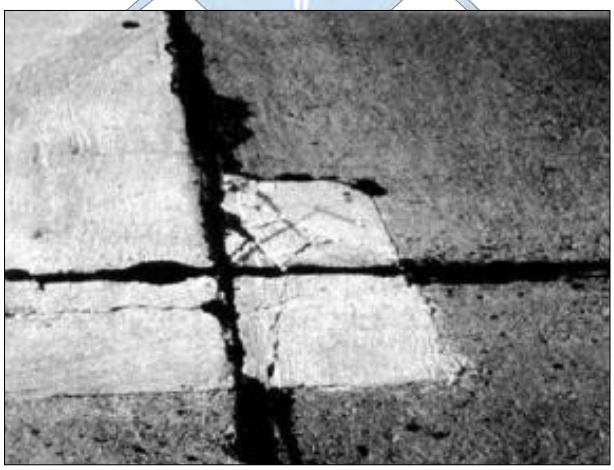
Falla tipo parches grandes

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.10 Parches pequeños (Área menor a 0.5m^2). Igual que en el caso de parches grandes, el material original de un área del pavimento debe ser reemplazado por uno nuevo. En esta falla el área que se reemplaza es menor a 0.5 m2.

Figura 32

Falla tipo parches pequeños



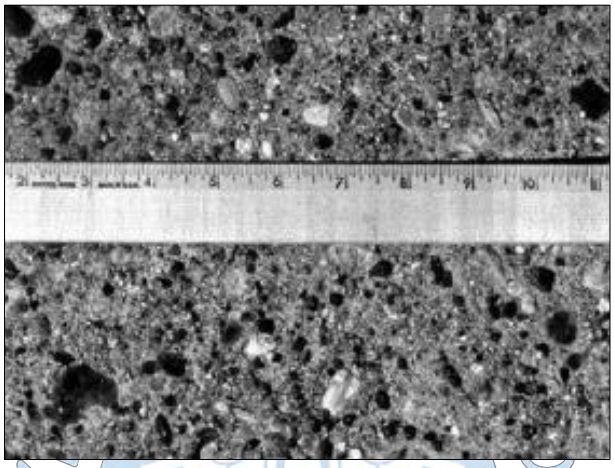
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.11 Agregado pulido. Este tipo de falla se manifiesta cuando la cantidad de agregado de la superficie del pavimento es muy pequeña, o presenta carencia de aspereza o partículas de agregado angular que le provean resistencia al deslizamiento.

Es causada principalmente por las repetidas cargas de tráfico vehicular.

Figura 33

Falla tipo agregado pulido

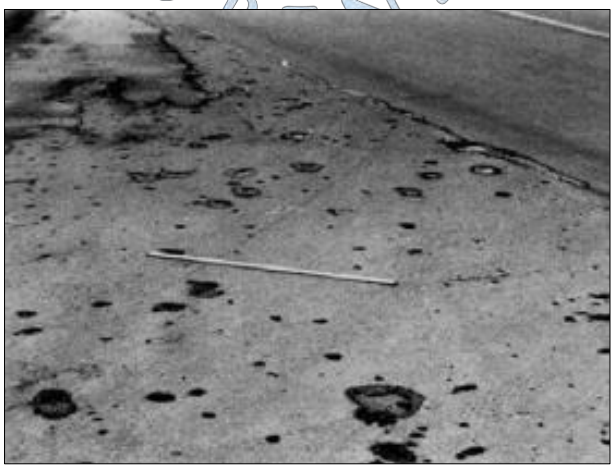


Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.12 Popouts. Este tipo de falla se produce debido al congelamiento y deshielo en agregados expansivos, provocando así el desprendimiento de un pedazo del pavimento, usualmente estos se muestran con un diámetro entre 25 a 100mm y profundidad de 13 a 50mm.

Figura 34

Falla tipo popouts



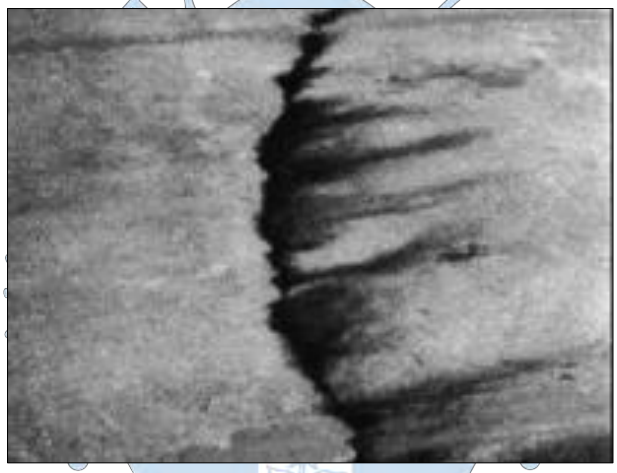
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.13 Bombeo. Se manifiesta por la pérdida de material de fundación de la losa, mediante las fisuras o juntas. Se identifica por la aparición de manchas superficiales en la losa de concreto, o por la presencia de material de base o subrasante alrededor de las juntas o fisuras.

Es causada por la deflexión de la losa debido a las cargas de tráfico vehicular. Cuando una carga vehicular pasa sobre la junta de las losas, esta empuja agua hacia la losa delantera y luego hacia la losa trasera, esto causa erosión dentro de la fundación de la losa y consecuentemente pérdida progresiva del soporte del paquete estructural. Asimismo, puede producirse la falla a lo largo del borde de la losa, o por la utilización de un sellante pobre en las juntas, causando en ambos casos perdida del soporte del pavimento.

Figura 35

Falla tipo bombeo



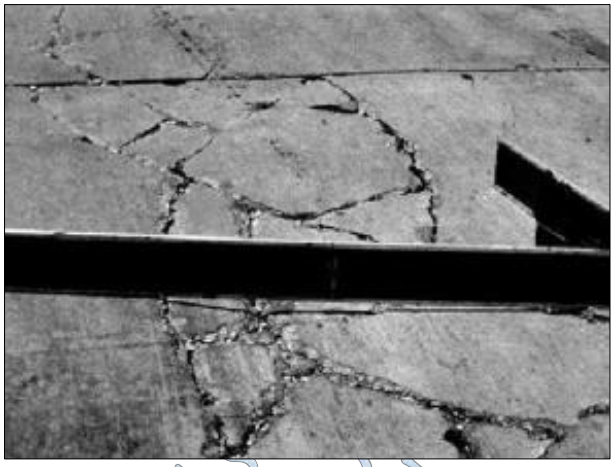
Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.14 Punzonamiento. Se presenta en forma de un área localizada de la losa, que se encuentra fracturada en distintas piezas. Esta área se define entre una fisura y la junta, la distancia entre ambas o dos fisuras espaciadas cercanamente no debe ser mayor a 1.5m de ancho.

Las causas de esta falla son las repeticiones de carga vehicular pesada, pérdida de soporte en la fundación del pavimento, espesor inadecuado de la losa o deficiencias en el proceso constructivo, especialmente en la colocación del concreto.

Figura 36

Falla tipo punzonamiento



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.15 Cruce de vía férrea. Este tipo de falla es identificada al presentar depresiones o abultamientos alrededor de los rieles.

Causada por el transporte ferroviario o rompemuelles.

Figura 37

Falla tipo cruce de vía férrea

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

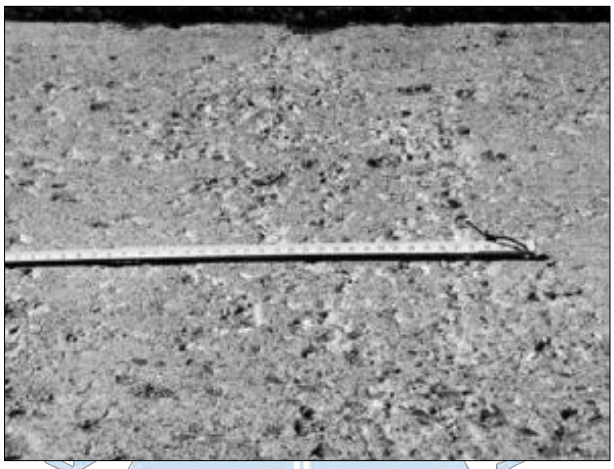
2.2.3.16 Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado. Este tipo de falla se presenta como una red de fisuras superficiales de grosor muy pequeño que se extiende solamente sobre la superficie del pavimento, estas fisuras se intersecan usualmente en ángulos de 120 grados.

El exceso de manipulación en el acabado del pavimento, podría ocasionar descascaramiento, que es la fractura de la superficie de la losa con una profundidad de seis a

13mm. Asimismo la falla podría ser ocasionada por presencia de agregados pobres, ciclos de congelamiento y descongelamiento, sales descongeladas y deficiencias en el proceso constructivo.

Figura 38

Falla tipo descascaramiento, mapa de fisuras o craquelado



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.17 Fisuras de contracción. Este tipo de falla se puede identificar por la aparición de grietas de espesor muy delgado que suelen tener una longitud que no supera los 2 m y no llegan a cruzar la totalidad de la losa.

Este tipo de falla suele originarse durante el proceso de la colocación y el fraguado del concreto, y no suelen extenderse por todo el espesor de la losa.

Figura 39

Falla tipo fisuras de contracción

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.18 Descascaramiento de esquina. Se presenta como una fractura que se origina a 0.5m de la esquina de la losa. Esta falla se diferencia de la fractura de esquina porque se extiende a cierto ángulo hasta intersecar la junta, en cambio la fractura de esquina se extiende verticalmente por la esquina de la losa.

Los esfuerzos excesivos por cargas de tráfico vehicular, la acumulación de agua o concreto débil en la junta provocan este tipo de falla.

Figura 40

Falla tipo descascaramiento de esquina

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.2.3.19 Descascaramiento de junta. Se manifiesta mediante la fractura en los bordes de la losa, a 0.5m de la esquina. El descascaramiento de junta usualmente no se prolonga verticalmente a través de la losa, pero se interseca con la junta en determinado ángulo.

Los esfuerzos excesivos por cargas de tráfico vehicular, la acumulación de agua o uso concreto débil en la junta provocan este tipo de falla.

Figura 41

Falla tipo descascaramiento de junta

Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.3 Conservación vial

2.3.1 Definición e importancia

Los pavimentos tanto flexibles como rígidos se encuentran expuestos a distintos agentes, como el tráfico o el clima, que provocan un proceso de deterioro. Debido a este deterioro los caminos van perdiendo su capacidad óptima para permanecer en servicio. Se entiende por conservación vial al conjunto de actividades técnicas realizadas con el fin de preservar la infraestructura vial en condiciones óptimas de forma continua y sostenida (MTC, 2013).

Una adecuada y pertinente conservación vial es de suma importancia por lo siguiente:

- La infraestructura vial constituye un bien común para la población, los recursos al no ser ilimitados necesitan optimizase, por lo cual, una conservación vial oportuna permitirá mantener los caminos en un buen estado por mayor tiempo.
- El buen estado de los caminos permitirá reducir los tiempos y costos de operación de los vehículos, lo cual beneficiará a todos los usuarios de la vía.
- Los caminos dejarían de operar en condiciones que produzcan riesgo a los usuarios.

2.3.2 Niveles de intervención de obras viales

Son aquellas acciones que pueden ejecutarse en las vías para su conservación. Es posible clasificarlas teniendo en cuenta la magnitud del trabajo a realizar (Menéndez, 2003), estas son:

2.3.2.1 Mantenimiento rutinario. Acciones que se realizan con regularidad, una o más veces al año, para mantener el nivel de servicio de la vía mediante la reparación de pequeños desperfectos en la superficie de rodadura. Pueden ser manuales o mecánicas.

Se consideran actividades de mantenimiento rutinario a:

- Limpieza de la calzada, bacheo, perfilado, roce, eliminación de pequeños derrumbes.
- Limpieza o reparación de señales o elementos de seguridad.
- Limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura de elementos en puentes.
- Mantenimiento de sistemas de drenaje.
- Control de vegetación.

2.3.2.2 Mantenimiento periódico. Actividades que se programan cada cierto periodo de tiempo para recuperar el nivel de servicio de la vía, pueden ser manuales o mecánicas. A diferencia del mantenimiento rutinario, éste se realiza cada cierto número de años. Su aplicación se enfoca en reestablecer determinadas características de la superficie de rodadura, sin constituirse en refuerzo estructural. Busca mantener en buena condición la textura de la superficie para asegurar la integridad estructural por mayor tiempo e impedir su destrucción.

Se consideran actividades de mantenimiento periódico a:

- Reposición de capas de rodaduras, colocación de capas nivelantes y sello.
- Reparación puntual de capas subyacentes del pavimento.
- Reparación puntual de túneles, muros y obras de drenaje.
- Reposición o instalación de señalizaciones.
- Reparación puntual de elementos de puentes.

2.3.2.3 Rehabilitación. Destinada a reestablecer en la infraestructura vial la capacidad estructural y calidad de la superficie de rodadura. Es requerida cuando la vía ha llegado a un punto de deterioro tal que no va a poder resistir mayor tránsito en el futuro.

Generalmente son necesarios trabajos de rehabilitación cuando no se ha gestionado adecuadamente la conservación de una vía; sin embargo, en un escenario de adecuada conservación se precisarán para reparar porciones defectuosas de una vía nueva, causada por falta de homogeneidad durante su construcción.

2.3.2.4 Mejoramiento. Su objetivo es potenciar el estado de la vía mediante la modificación de su geometría y estructura, que resulte en el incremento de su capacidad, velocidad de circulación y otorgue seguridad a los vehículos. Incluye actividades que modifiquen el ancho, alineamiento, curvatura o pendiente longitudinal del camino, además de la renovación de la superficie de rodadura y rehabilitación.

2.3.2.5 Reparaciones de emergencia. Son actividades que se realizan cuando la vía se encuentra en un avanzado estado de deterioro o intransitable y no se cuentan con recursos necesarios para volverla a construir o rehabilitarla. No supone la reparación de fallas estructurales, pero hará posible reestablecer el flujo vehicular por un tiempo limitado.

La Tabla 1, muestra, según el estado en que se encuentren los pavimentos, alternativas de tratamientos para su conservación.

Tabla 1

Tratamiento de conservación para pavimentos según valores de PCI

PCI	ESTADO	TRATAMIENTO PARA CONSERVACIÓN
86-100	Excelente	Mantenimiento de rutina
71-85	Muy bueno	Mantenimiento preventivo
56-70	Bueno	Mantenimiento correctivo y rehabilitación
41-55	Regular	Rehabilitación o reconstrucción
26-40	Pobre	Rehabilitación y reconstrucción

PCI	ESTADO	TRATAMIENTO PARA CONSERVACIÓN
11-25	Muy pobre	Reparaciones de emergencia y reconstrucción
0-10	Fallado	Reconstrucción

Nota. Los mantenimientos de rutina, preventivo y correctivo están relacionadas a actividades de mantenimiento rutinario, periódico, y de mejoramiento. Adaptada de Airport Cooperative Research Program (2011).

2.4 Índice de condición del pavimento

Este apartado ha sido elaborado en base a la norma ASTM D6433.

2.4.1 Generalidades

2.4.1.1 Definición. El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) es un indicador numérico que determina el nivel de deterioro superficial de un pavimento, mediante inspecciones visuales, en base a las fallas visualizadas en su superficie.

2.4.1.2 Utilidad. El PCI es usado para determinar el nivel de deterioro de un pavimento, y de esta manera, darnos información para la toma de decisiones en cuanto a las actividades de intervención que se tendrían que ejecutar en el pavimento para que no pierda sustancialmente sus características y mantenga un óptimo nivel de conservación. Genera una base objetiva y sustancial para identificar zonas críticas de intervención, y evitar la reconstrucción del pavimento.

2.4.1.3 Terminología. Se definen los términos necesarios para la comprensión del método:

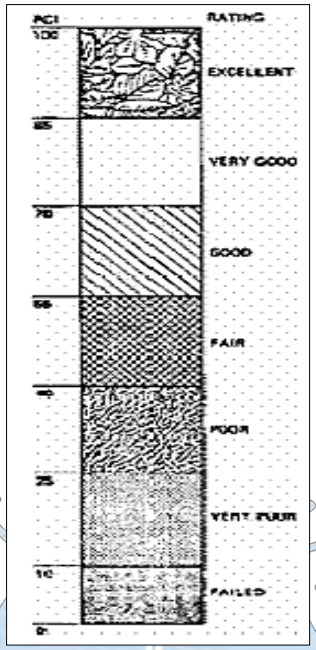
2.4.1.3.1 Tramo del pavimento. Se define como una parte identificable de la red de pavimento y tiene una función específica, por ejemplo, cada estacionamiento o camino es un tramo independiente.

2.4.1.3.2 Índice de condición del pavimento. Es un valor numérico, el cual determina la condición del pavimento, siendo 0 un estado del pavimento muy deteriorado y 100 un estado de pavimento en óptimas condiciones.

2.4.1.3.3 Grado de condición de pavimento. Es la descripción que se le atribuye a la condición o estado del pavimento según el valor numérico obtenido del PCI. La Escala de graduación PCI (Figura 42) muestra esta descripción de la condición del pavimento, cuya clasificación varía desde fallado a excelente, cada uno con su correspondiente grupo de valores PCI.

Figura 42

Escala de graduación PCI



Nota. ASTM D6433-03 (2004).

2.4.1.3.4 Sección de pavimento. Corresponde a un área de pavimento contigua, que posee cualidades uniformes como, construcción, historial de uso y mantenimiento, además, durante su uso, tiene la misma intensidad de carga y volumen de tráfico.

2.4.1.3.5 Unidad de muestra de pavimento (UM). Es una unidad que se extrae de subdividir la sección del pavimento y tiene un tamaño estándar. Para pavimentos rígidos, el tamaño estándar es de 20 losas contiguas, +/- ocho losas, si es que el total de losas de la sección no es exactamente divisible entre 20, o para adecuarse a las condiciones de campo. Para pavimentos flexibles el tamaño estándar es de 225m2, +/- 90 m2, si es que el total de área superficial del pavimento flexible no es exactamente divisible entre 225, o para adecuarse a las condiciones de campo.

2.4.1.3.6 Muestra adicional. Es la unidad de muestra que es seleccionada e inspeccionada adicionalmente a las unidades de muestras elegidas inicialmente, cuya finalidad es añadir unidades de muestra no representativas en la determinación de la condición o estado del pavimento. Las unidades de muestras no representativas, son unidades de muestra que contienen fallas que no son comunes en la sección del pavimento. Si se inspeccionan la totalidad de las unidades de muestra, no habrá necesidad de muestras adicionales.

2.4.1.3.7 Muestra al azar. Unidad de muestra seleccionada aleatoriamente para ser inspeccionada.

2.4.1.4 Materiales e instrumentos. Los materiales e instrumentos de amplio uso para determinar el PCI, son:

- Hojas de datos: Son documentos donde se recopilan información obtenida visualmente durante la inspección. El contenido mínimo de esta hoja deberá tener: fecha, ubicación de la zona de estudio, tramo de inspección, sección, magnitud de la unidad de muestra, tipos de falla, niveles de severidad, cantidades, nombres de personal que realizará la inspección.

- Rueda de Odómetro manual: Herramienta manual que sirve para medir distancias.

- Regla o Cordel: Herramienta manual que ayuda a medir las deformaciones en el pavimento.

- Planos de distribución: Representa gráficamente la zona de estudio.

2.4.2 Muestreo y unidades de muestra

- En el plano de distribución se identifican los tramos o áreas del pavimento con diferentes usos. Cada tramo se divide en secciones, teniendo en cuenta el diseño del pavimento, tráfico vehicular, condición, e historia de la construcción.

- Se dividen las secciones en unidades de muestra. En el caso de pavimentos rígidos, si entre sus losas existe un espaciamiento entre juntas mayor a 8m, deberán ser subdivididas en losas imaginarias, con un espaciamiento entre juntas menor a 8m, y asumir que sus juntas están en buenas condiciones.

- Cada unidad de muestra debe ser marcada a fin de ser fácilmente identificada por los que realizan la inspección. Asimismo, las unidades de muestra deben ser reubicables, para poder verificar la información de las fallas existentes en futuras inspecciones y analizar las variaciones de la UM en el tiempo.

- Se escoge la cantidad unidades de muestra a ser inspeccionadas según el nivel de confiabilidad que se desee. Se puede elegir inspeccionar la totalidad de unidades de muestra de la sección, una cantidad de unidades de muestra que garantice un nivel de confiabilidad del 95%, o un número menor de unidades de muestra. Si bien es cierto es ideal evaluar el PCI de la sección con la totalidad de unidades de muestra, los recursos limitados representan un gran obstáculo.

- Para calcular la cantidad mínima de unidades de muestra (n) que se deben inspeccionar en la sección, para obtener un nivel de confiabilidad de 95%, se utiliza la Ecuación (1), en la cual, si el resultado es fraccionario se redondea al número entero superior.

$$n = \frac{N \times s^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right) \times (N-1) + s^2} \qquad (1)$$

Donde:

- e: Error admisible para el cálculo del PCI de la sección, usualmente e=+/- 5 puntos del PCI.

- s: Desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Para la inspección inicial se asume que la desviación estándar es 10 para pavimentos de cemento asfáltico y 15 para pavimentos de concreto. Sin embargo, esta desviación estándar asumida, debe ser comprobada después de haber determinado los valores del PCI. Para inspecciones posteriores, el valor de n, se calculará con la desviación estándar de la inspección precedente.

- N: Número total de unidades de muestra en la sección.

La desviación estándar se debe comprobar luego de tener los valores de PCI, para lo cual, mediante la Ecuación (2), se calcula el valor actual de la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(PCI_i - PCI_s)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Donde:

- PCI_i: Valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas
- PCI_s: Valor PCI de la sección.
- n: Número total de unidades de muestra inspeccionadas.

Calcular la cantidad de unidades de muestra a ser revisadas mediante la Ecuación (1), utilizando la desviación estándar de la Ecuación (2), y comprobar que esta cantidad sea menor o igual a la cantidad de unidades de muestra inspeccionadas.

- Definida la cantidad de unidades de muestra a inspeccionar, calcular su intervalo de espaciamiento, mediante el muestreo sistemático al azar, donde las unidades de muestra deben estar igualmente espaciadas, y la primera muestra debe seleccionarse al azar. El intervalo de espaciamiento (i) se calcula mediante la Ecuación (3), en la cual, si el resultado es fraccionario, se redondea al número entero inferior.

$$i = \frac{N}{n} \quad (3)$$

Donde:

- N: Número total de unidades de muestra en la sección
- n: Número de unidades de muestra a ser inspeccionadas

La primera unidad de muestra se selecciona al azar, las siguientes a ser inspeccionadas son incrementos sucesivos del intervalo i, a partir de la primera unidad de muestra.

- Dependiendo el objetivo de la inspección se podría utilizar un nivel de confiabilidad menor al 95%.
- Unidades de muestra adicionales pueden ser inspeccionadas cuando se detecten fallas no representativas.

2.4.3 Procedimiento de inspección

A continuación, se detalla el procedimiento de inspección para pavimentos flexibles y rígidos:

Se inspecciona de manera individual cada unidad de muestra escogida.

- Para pavimentos flexibles registrar en la hoja de datos: el tramo, sección y número de unidad muestra. Realizar un bosquejo de la unidad de muestra que incluya sus dimensiones, tomadas con el odómetro manual.

- Para pavimentos rígidos registrar en la hoja de datos: el tramo, sección, número de unidad de muestra y número de losas. Realizar un bosquejo de la unidad de muestra, en el cual se aprecie la distribución de las losas.

Durante la inspección, registrar todas las fallas encontradas en la unidad de muestra, con su respectivo nivel de severidad y cuantificación. En el Anexo A se encuentra la forma de medición de cada tipo de falla, Tabla A *1*, para pavimentos flexibles, y Tabla A *2*, para pavimentos rígidos.

El procedimiento se repite para cada unidad de muestra escogida.

2.4.4 Cálculo del PCI

Los procedimientos para el cálculo del PCI para pavimentos flexibles y rígidos, se detallan a continuación:

2.4.4.1 Cálculo del PCI de unidades de muestra.

2.4.4.1.1 Pavimento flexible. Determinar la cantidad total de cada tipo de falla, para cada nivel de severidad. Cada unidad de medida deberá estar acorde al tipo de falla encontrada, ya sean metros cuadrados, metros lineales, entre otras.

Una vez obtenida la cantidad total de cada tipo de falla para cada nivel de severidad, dividirla sobre el área total de la unidad de muestra, y multiplicar este valor por 100 para obtener la densidad porcentual.

Mediante la densidad porcentual de cada tipo de falla y su respectivo nivel severidad, determinar el valor deducido (VD) en las curvas de valor deducido de fallas para pavimentos flexibles, ubicadas Anexo B.

Posteriormente, se determina el máximo valor deducido corregido (VDC). El procedimiento para su obtención es el mismo tanto para pavimentos flexibles como para pavimentos rígidos y se detalla en la Figura 43.

Finalmente se calcula el PCI de la unidad de muestra con la Ecuación (4):

$$PCI = 100 - MAX(VDC) \tag{4}$$

2.4.4.1.2 Pavimento rígido. Contabilizar el número de losas para cada combinación individual de tipo y severidad de falla.

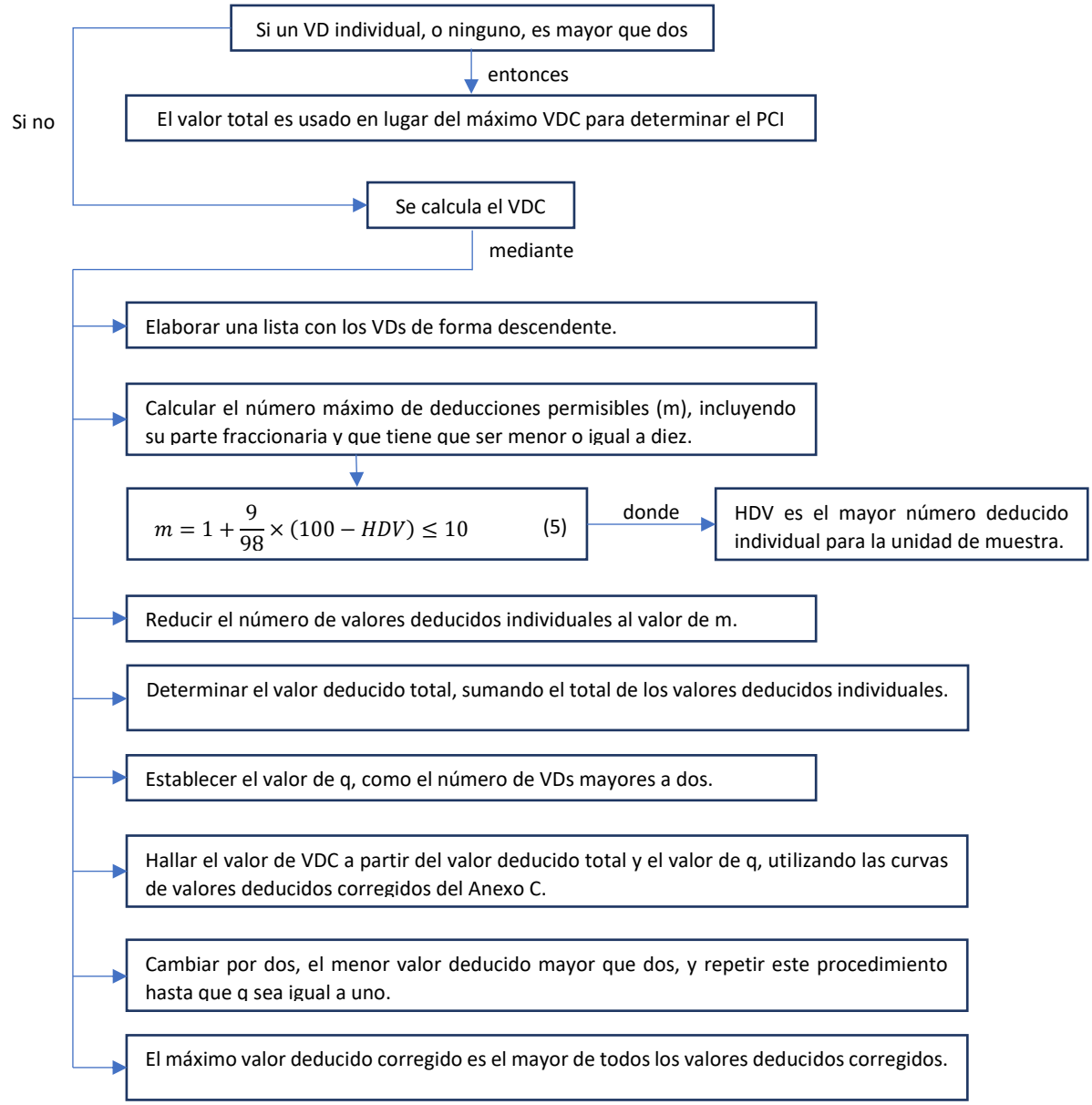
El número de losas contabilizadas se dividide sobre el número de losas de la unidad de muestra, y este valor se multiplica por 100 para obtener la densidad porcentual de cada tipo y severidad de falla.

Mediante la densidad porcentual de cada tipo de falla y su respectivo nivel severidad, determinar el valor deducido (VD) en las curvas de valor deducido de fallas para pavimentos rígidos, ubicadas en el Anexo C.

Finalmente, determinar el valor de PCI de la unidad de muestra, siguiendo el mismo procedimiento para pavimentos flexibles.

Figura 43

Determinación del máximo VDC



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

2.4.4.2 Cálculo de PCI de la sección. Si todas las unidades de muestra son escogidas de manera aleatoria, calcular el PCI de la sección del pavimento (PCIs) mediante la Ecuación (6):

$$PCI_s = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^{n} A_{ri}} \quad (6)$$

Donde:

- PCI_r: PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.
- PCI_{ri}: PCI de la unidad de muestra aleatoria i.
- A_{ri}: Área de la unidad de muestra aleatoria i.
- n: Número de unidades de muestra aleatorias inspeccionadas.

Ahora si se inspeccionan unidades de muestra adicionales, utilizar las Ecuaciones (7) y (8).

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^{m}(PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^{m} A_{ai}} \quad (7)$$

$$PCI_s = \frac{\left(PCI_r \times (A - \sum_{i=1}^{m} A_{ai}) + PCI_a \times (\sum_{i=1}^{m} A_{ai})\right)}{A} \quad (8)$$

Donde:

- PCI_a: PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.
- PCI_{ai}: PCI de la unidad de muestra adicional i.
- A_{ai}: área de la unidad de muestra adicional i.
- A: área de la sección.
- m: número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.
- PCI_s: PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

2.5 Coordenadas y proyecciones

2.5.1 Sistema de coordenadas

Los datos espaciales relacionados a entidades geográficas contienen información numérica vinculada a un sistema de coordenadas. De esta manera un sistema de coordenadas constituye un sistema de referencia que permite la representación de la ubicación de estas entidades en la superficie terrestre.

Los datos se definen tanto en un sistema de coordenadas horizontal para su localización sobre la superficie de la Tierra, como en un sistema de coordenadas vertical para localizar su altura o profundidad (Environmental Systems Research Institute [ESRI]. ArcGIS Pro, s.f.a).

Los sistemas de coordenadas verticales establecen el origen para los datos de altura o profundidad. Contienen una unidad de medida lineal que puede ser metros o pies; además, de una dirección que especifica si los valores son positivos hacia arriba cuando se representan alturas por encima de una superficie, o positivos hacia abajo para representar profundidades

bajo una superficie. Pueden ser elipsoidales cuando hacen referencia a una superficie volumétrica elipsoidal o esférica, o basados en la gravedad cuando está relacionada a un cálculo de nivel medio del mar (ESRI. ArcGIS Pro, s.f.b).

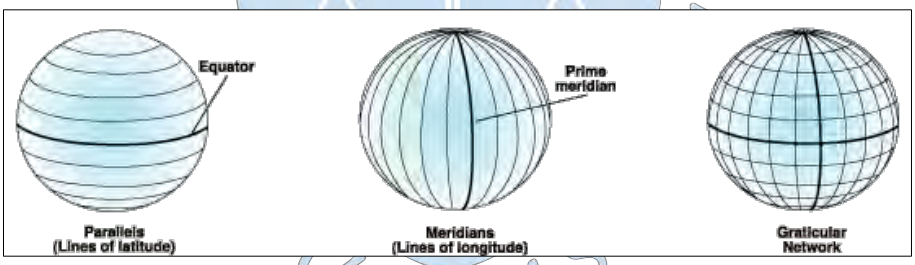
Los sistemas de coordenadas horizontales pueden geográficas, proyectadas o locales.

2.5.1.1 Sistema de coordenadas geográficas. Se vale de una superficie esférica tridimensional o un esferoide para ubicar entidades en la Tierra. Se compone de una unidad angular de medida, un meridiano base y un datum. Un punto sobre la superficie de la tierra queda definido por sus valores de latitud y longitud, los cuales son ángulos que se miden desde el centro de la Tierra y pueden expresarse generalmente en grados sexagesimales o centesimales.

De la Figura 44, las líneas horizontales poseen igual latitud, la línea de latitud cero es la que está en el punto medio ente los polos y se denomina ecuador. Las líneas horizontales son líneas de igual longitud, la línea de longitud cero se denomina meridiano base y mayormente se trata de la longitud que atraviesa Greenwich. Ambas líneas horizontales y verticales forman una red cuadriculada conocida como retícula, cuyo origen es el punto donde se intersecan el ecuador y el meridiano base. De esta manera el globo queda dividido en cuatro cuadrantes bien diferenciados.

Figura 44

Paralelos, meridianos y retícula



Nota. ESRI. ArcGIS Desktop (s.f.e).

La latitud es medida teniendo en cuenta el ecuador, cuyos valores van desde -90° en el polo sur hasta +90° en el polo norte. La longitud es medida respecto al meridiano base, y sus valores van de -180° cuando se va hacia el oeste hasta +180° cuando se va hacia el este (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.e).

Con el objetivo de representar ubicaciones más precisas en la Tierra, los cartógrafos han establecido el concepto de esferoide, utilizado para representación de mapas en una escala igual o superior a 1:1000000. Existen distintos esferoides que representan la Tierra, y son elegidos dependiendo de la zona que se desea representar (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.c).

La posición del esferoide relativa al centro de la Tierra es definida por un datum, el cual define el origen y orientación de la longitud y latitud. Los datums pueden ser geocéntricos o locales. Los datums geocéntricos o centrados en la Tierra utilizan como origen el centro de

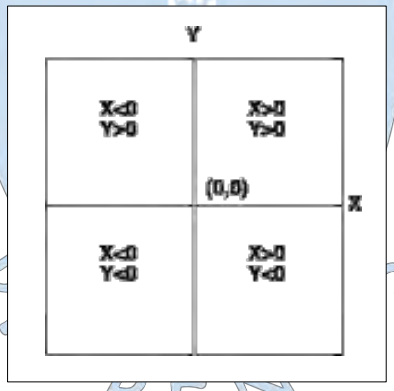
masa de la Tierra. Los datums locales alinean su esferoide para que queden estrechamente ajustados la superficie de la Tierra y un área determinada, su origen no está en el centro de la Tierra, toma como origen un punto en la superficie del esferoide asociado a una posición determinada en la superficie de la Tierra, las coordenadas de este punto son fijas y las demás se calculan a partir de éste (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.b).

2.5.1.2 Sistema de coordenadas proyectadas. Se basa en un sistema de coordenadas geográficas, definido en base a una superficie plana bidimensional. Se compone de longitudes, ángulos y áreas constantes. Para representar ubicaciones utilizan las coordenadas x e y en una cuadrícula con origen en el centro de la cuadrícula, estas coordenadas establecen la posición horizontal y vertical respecto al origen.

En la Figura 45, para una cuadricula de líneas horizontales y verticales equidistantes cuyas líneas centrales definen los ejes x e y respectivamente, quedan establecidos cuatro cuadrantes que representan las combinaciones de coordenadas X e Y positivas y negativas. Para utilizar datos de un sistema de coordenadas geográficas se suele igualar los valores de longitud con el eje X y los valores de latitud con el eje Y (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.f).

Figura 45

Cuadrícula con coordenadas



Nota. ESRI. ArcGIS Desktop (s.f.f).

Según ESRI. ArcGIS Desktop (s.f.h), para representar la Tierra en un mapa plano, es necesario transformar la superficie tridimensional de la esfera o esferoide, la cual es conocida como proyección cartográfica. Un esferoide no se puede aplanar, la forma, distancia y dirección de los datos quedarían distorsionados. La proyección cartográfica se vale de fórmulas matemáticas para relacionar las coordenadas esféricas con coordenadas planas.

Las proyecciones cartográficas comúnmente más usadas se suelen clasificar teniendo en cuenta la superficie de proyección utilizada, que pueden ser conos, cilindros o planos.

- **Proyecciones cónicas:** Pueden ser tangentes o secantes. En las proyecciones tangentes se sitúa un cono sobre el globo, tocándose a lo largo de una línea de latitud denominada paralelo estándar. En el caso de las proyecciones secantes el cono es situado de

tal manera que atraviesa parte de su superficie, y ambos se tocan a lo largo de dos líneas de latitud. En ambos casos de proyecciones cónicas el cono se corta a lo largo de la línea de longitud opuesta al meridiano central convirtiéndose en un plano.

- **Proyecciones cilíndricas:** Se vale de un cilindro imaginario situado alrededor del globo, si el cilindro toca al globo a lo largo de una línea de latitud se considera de tipo normal, si lo toca a lo largo de una línea de longitud es considerada de tipo transversal y se lo toca de a lo largo de cualquier otra línea sería de tipo oblicuo.
- **Proyecciones planares:** Utiliza un plano imaginario que se sitúa sobre el globo, si el plano toca al globo en uno de sus polos se considera de tipo polar, si lo toca en el ecuador es considerada de tipo ecuatorial y se lo toca en cualquier otra línea sería de tipo oblicuo.

Asimismo, según ESRI. ArcGIS Desktop (s.f.a), para minimizar las distorsiones, las proyecciones se realizan de manera que se conserven determinadas propiedades del elipsoide, estas pueden ser:

- **Conformes:** Conservan la forma local. Mantiene todos los ángulos, para lo cual, muestra las líneas perpendiculares de la cuadrícula con intersecciones en ángulos de 90° en el mapa.
- **Equivalentes:** Conservan el área de las entidades, pero se distorsiona la forma, ángulo y escala. Es posible que los meridianos y paralelos no se intersequen en ángulos rectos.
- **Equidistantes:** Conservan distancias entre determinados puntos. Mantiene la escala solo en algunas líneas del mapa.
- **De dirección real o acimutales:** Conservan algunos arcos del círculo grande, manteniendo correctos las direcciones o acimutes de todos los puntos del mapa con respecto al centro.

2.5.1.3 Sistema de coordenadas locales. Representan datos con un origen falso en una ubicación designado arbitrariamente, que puede o no estar asociado a una coordenada real conocida. Su unidad de medida suele ser en metros o pies. Generalmente se utilizan para representar áreas pequeñas a gran escala (ESRI. ArcGIS Pro, s.f.a).

2.5.2 Sistema de Coordenadas de la Proyección Universal Transversa de Mercator

El sistema de coordenadas de la proyección universal transversa de Mercator (UTM, por sus siglas en inglés) utiliza la proyección de mapa transversa de Mercator, la cual es de tipo cilíndrica transversa. El cilindro toca la esfera o elipsoide a lo largo de un meridiano, dando como resultado una proyección conforme que mantiene ángulos y formas en la escala infinitesimal, pero no mantiene direcciones fieles (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.d).

Este sistema de coordenadas divide el mundo en 60 zonas, también denominadas husos, que abarcan 6° de longitud cada una, y cuentan con su propio meridiano central. Los husos se nombran de Oeste a Este y se representan con un número del 1 al 60, cada zona está limitada en los 84°N y 80°S y es el ecuador la línea que divide las zonas norte y sur. De esta manera los husos 1N y 1S se encuentran entre 180°W y 174°W.

Cada huso se divide en 20 bandas de 8° de latitud cada una, se nombran de Sur a Norte comenzando desde 80°S a 84°N, y se representan con una letra desde la C a la X, sin incluir la I, O, CH, LL y Ñ (Porres de la Haza, 2021).

2.6 Sistema de información geográfica

El presente apartado ha sido elaborado en base a Olaya (2020).

2.6.1 Generalidades

Un Sistema de Información Geográfica (SIG), es un sistema que engloba personas, tecnología e información geográfica, y tiene como objetivo la captura, análisis, almacenamiento, edición y representación de datos georreferenciados. En términos generales mediante un SIG se es capaz de gestionar datos espaciales, analizar estos datos y generar elementos de presentación como mapas, informes, reportes, etc.

2.6.1.1 Componentes. Los SIG integran una serie de componentes que se encargan de funciones específicas, tradicionalmente son cinco los componentes que conforman esta integración, que son: datos, métodos, software, hardware y personas; sin embargo, la actualidad y la evolución de los procesos en un entorno más colaborativo, requiere la concepción de estos componentes en grupos que permitan una mejor comprensión de la capacidad de los SIG, estos componentes son:

2.6.1.1.1 Datos. Contienen la información geográfica, constituyen la parte esencial de los SIG y permiten el desenvolvimiento de los demás componentes. De los datos se deben conocer a profundidad su forma y propiedades, para determinar la mejor manera de gestión y almacenamiento.

2.6.1.1.2 Análisis. Los SIG incluyen formulaciones, que representan procesos simples o complejos, y que posibilitan analizar datos espaciales y obtener resultados. El origen de estas formulaciones puede estar relacionado a temas puramente geográficos o de lo contrario puede referirse a consultas o mediciones a modelos que empleen gran cantidad de datos de variables y emitan resultados complejos.

2.6.1.1.3 Visualización. La información geográfica tiene carácter visual, para la facilidad de su interpretación se recurre a su representación de forma gráfica. Tradicionalmente se han empleado los mapas para el almacenamiento de esta información geográfica, con los SIG se añade a la utilidad de los mapas la capacidad de lograr representaciones más avanzadas y permitir la interactividad con otros elementos.

2.6.1.1.4 Tecnología. Involucra el hardware y el software como conjunto, los cuales mejoran continuamente con el avance tecnológico. El hardware corresponde al elemento físico del SIG, pertenecen a este grupo ordenadores personales, estaciones de trabajo, periféricos para entrada de datos geográficos, tabletas digitalizadoras, plotters, impresoras, dispositivos de Sistemas de Navegación Global (GPS, por sus siglas en ingles), entre otros.

Respecto al software, se encarga de operar y manipular los datos, cuenta con aplicaciones clásicas hasta herramientas más avanzadas que permiten realizar funciones más especializadas.

2.6.1.1.5 Factor organizativo. Los SIG necesitan una adecuada coordinación y organización entre sus elementos, se resalta la importancia de la relación de las personas involucradas en todos los procesos. La información no se considera como un elemento particular de cada usuario, sino como una base sobre la cual colaboran distintas personas para su gestión.

2.6.2 Representación de datos

La información geográfica necesita ser llevada a valores numéricos capaces de ser incorporados a un SIG, lo que implica la elaboración de modelos que representen la realidad y sobre los cuales se realicen los estudios pertinentes para los propósitos que se han establecido.

La representación de la realidad en su conjunto resulta compleja debido a que los datos encontrados en la naturaleza son infinitos y el almacenamiento finito, por lo que se necesita solo contar con valores característicos que serán llevados a un SIG e interpretados como un modelo. Para obtener estos valores numéricos se necesita pasar por tres niveles: el establecimiento de un modelo geográfico, un modelo de representación y un modelo de almacenamiento.

2.6.2.1 Modelos geográficos. Se refiere a un modelo conceptual de la realidad geográfica y su comportamiento. Conceptualiza el espacio geográfico, la variable y su cambio a lo largo del espacio. Constituye un esquema mental de la información geográfica, pero sin incluir elementos relacionados con su representación o almacenamiento. Los modelos geográfico más utilizados son:

2.6.2.1.1 Campos. Cada punto dentro de un marco de n dimensiones tiene un valor de la variable en estudio. Los campos son continuos debido a que todos los puntos cuentan con un único valor asociado. Son óptimos para modelar variables que cambian de forma continua en el espacio; por ejemplo, la temperatura del aire, presión atmosférica, etc.

2.6.2.1.2 Entidades discretas. No asocia a cada punto un valor, entiende el entorno geográfico como un espacio vacío en el cual ubicar entidades. Cada entidad cuenta con características constantes, las cuales otorgarán sus propiedades a los puntos que se sitúen en el interior. Un punto puede no corresponder a ninguna entidad o pertenecer a varias. Se utilizan para conceptualizar variables como vías de comunicación, tipo de suelo en un punto, etc.

2.6.2.2 Modelos de representación. Se necesita reducir las propiedades de los modelos geográficos a un conjunto finito de elementos, para lo cual se utilizan los modelos de representación, que pueden ser ráster o vectorial

2.6.2.2.1 Modelo de representación ráster. La zona evaluada se divide sistemáticamente en unidades mínimas llamadas celdas, para cada una de las cuales se reúne la información que la describe. La malla de celdas puede incluir información de varias variables; sin embargo, es común que trate una sola variable, con un único valor para cada una de las celdas.

Las celdas guardan una relación entre ellas, son contiguas, cubren todo el espacio y no se solapan; de modo que, la posición de una celda depende de las demás para poder formar toda la malla. La unidad mínima puede adoptar elementos de diversas formas, las más comunes son las unidades de forma cuadrada.

La división en celdas no se sujeta a la variable en estudio, sino que es una división geográfica. Para definir una capa ráster se necesita: de una localización geográfica de alguna celda, con la respectiva distancia entre celdas y de un grupo de valores correspondientes a estas. Lo usual es definir la localización de una única celda, una orientación y una distancia entre celdas. Asimismo, es necesario determinar el parámetro conocido como tamaño de celda que define la resolución y permite calcular áreas.

Existe una estrecha relación entre el uso de un modelo ráster con el análisis de la información geográfica bajo un modelo geográfico de tipo continuo.

2.6.2.2.2 Modelo de representación vectorial. No cuenta con unidades fundamentales que dividan la zona evaluada, sino que expresa la variabilidad y características mediante entidades geométricas, que cuentan con características constantes.

Este modelo es adecuado para el tratamiento de la información geográfica bajo un modelo geográfico de entidades discretas, debido a que modela el espacio geográfico mediante primitivas geométricas, las cuales contienen los elementos más notables de dicho espacio. Las primitivas pueden ser puntos, líneas y polígonos; sin embargo, todas pueden reducirse a puntos. Todo elemento quedaría definido por una serie de puntos que determinan sus propiedades y valores asociados.

Una única entidad puede contener varias primitivas. Una capa vectorial puede conformarse por un único tipo de primitiva, la elección de un tipo de capa depende del tipo de fenómeno que se desea modelar, la precisión requerida o algún otro factor determinante.

La componente espacial se trabaja según una serie de puntos, los cuales se relacionan con una serie de valores que definen las propiedades de la entidad. Estos valores se conocen como atributos.

2.6.2.3 Modelos de almacenamiento. Plantean un esquema mediante el cual convertir las unidades básicas, generadas con los modelos de representación, en valores numéricos de la manera más eficiente. Su objetivo es minimizar el espacio que ocupan los datos y maximizar la eficiencia de cálculo.

Estos modelos están en función a su respectivo modelo de representación, existiendo así modelos de almacenamiento para representaciones ráster y para vectoriales, cada uno con sus propias dificultades a enfrentar.

La dificultad que enfrenta el almacenamiento de capas ráster es que posee un gran volumen de información. La manera más directa de recoger una malla de datos ráster es mediante una matriz de datos, el almacenar todos los valores de manera idéntica no considera el hecho de que existan valores similares en determinadas zonas, al no tomar en cuenta esto, se genera almacenamiento de información redundante y se desperdicia mucho espacio.

Respecto al almacenamiento de capas vectoriales, no se busca la disminución de volumen de datos, sino una mayor eficiencia en el cálculo; aunque, si se tiene un volumen de datos menor, el tiempo de operación será también menor.

2.6.3 Análisis

La información con la que se trabaja en un SIG es asimismo origen de nueva información resultante, mediante el análisis se trata de transformar la información espacial en información acerca de un proceso relacionado al tema que se está evaluando.

El análisis espacial se trata del estudio cuantitativo de fenómenos manifestados en el espacio, para lo cual es imprescindible que la información esté adecuadamente georreferenciada. Implica técnicas, modelos y operaciones que usan la referencia espacial de los datos y de los cuales se obtienen resultados como tablas de datos, capas de datos geográficos, escalares o vectores.

2.6.4 Visualización

Forma parte esencial del empleo de un SIG, si es que está enfocado en visualizar la información geográfica. Está orientado a crear representaciones dentro del entorno de un SIG y dar como resultado representaciones autocontenidas que se puedan imprimir y dar lugar a documentos cartográficos.

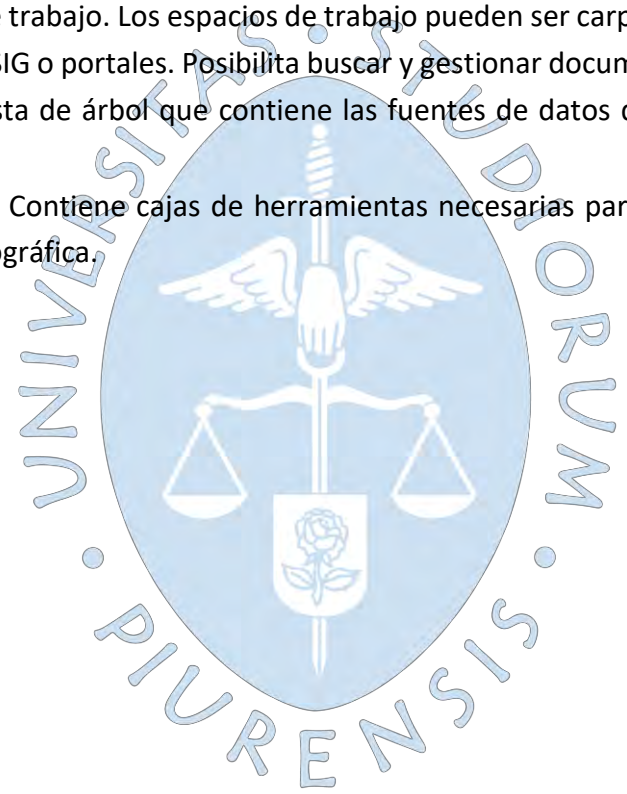
2.6.4.1 Mapas temáticos. La mayoría de los mapas representados mediante un SIG son de este tipo. Su elaboración depende del tipo de elemento que se quiera simbolizar o de las propiedades de la variable evaluada. Algunos tipos de mapas temáticos, para representación de variables cuantitativas, de mayor uso son: de símbolos proporcionales, de densidad de puntos, de coropletas y de isolíneas. Un mismo mapa puede estar conformado por más de una de estas formas, sobre todo, si se desean evaluar muchas variables.

2.6.5 ArcGIS desktop

ArcGIS se encuentra dentro de la componente de tecnología de un SIG, se trata de un software desarrollado por la empresa Environmental System Research Institute (ESRI), que cuenta con formatos de escritorio y online. ArcGIS desktop es el producto de escritorio de amplio uso por parte de los usuarios de SIG, mediante el cual se crea, analiza y gestiona información geográfica.

Comprende aplicaciones que permiten la ejecución de distintas actividades relacionadas con los SIG y facilitan la interacción entre los involucrados. A continuación, se mencionan tres de estas aplicaciones que se utilizan en conjunto para trabajar proyectos SIG:

- **ArcMap:** permite representar la información geográfica mediante un grupo de capas y otros elementos, además de su análisis y edición. Cuenta con dos posibles vistas para mostrar el contenido de un mapa: la vista de datos y la vista de composición de mapa. La vista de datos muestra la información geográfica y permite trabajarla mediante capas, que contienen los elementos de las entidades que se quieren representar. La vista de composición de mapa está orientada a la preparación de la información geográfica con el fin de darle el formato deseado para su impresión o exportación como mapa (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.i).
- **ArcCatalog:** permite gestionar de manera más eficiente la información geográfica mediante espacios de trabajo. Los espacios de trabajo pueden ser carpetas de archivos, bases de datos, servidores SIG o portales. Posibilita buscar y gestionar documentos y bases de datos por medio de una vista de árbol que contiene las fuentes de datos de ArcGIS (ESRI. ArcGIS Desktop, s.f.g).
- **ArcToolbox:** Contiene cajas de herramientas necesarias para el geoprocesamiento de la información geográfica.



Capítulo 3

Metodología

3.1 Información preliminar

3.1.1 Delimitación

La zona evaluada se localiza en la Urbanización Miraflores del distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura. Los pavimentos de las calles evaluadas conforman un área delimitada por la Avenida Guardia Civil, Guillermo Irazola, Independencia y Luis Montero (ver Figura 46). Las calles que se encuentran dentro de la zona evaluada se listan en la Tabla 2, las cuales pueden tener un pavimento de tipo flexible, rígido o semirrígido.

Figura 46

Zona evaluada extraída de plano de ubicación (Apéndice C)

Tabla 2

Lista de calles de la zona evaluada

CALLE	LONGITUD (m)	ANCHO DE CALZADA (m)
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	350	6
Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	195.8	6
Los Capulíes	284.5	6
Av. Cayetano Heredia	66.5	10
Los Geranios	411.6	6
Los Girasoles	228.7	6
Las Carolinas	176.6	6
Las Begonias	299.1	6
Los Jacintos	177.3	6
Camelias	297.9	6
Los Ébanos	232.4	6
Los Rosales	340.5	6
Los Almendros	284.7	6
Las Amapolas	238.5	6
Los Cidras	220.5	6
Los Ceibos	277.7	6
Los Claveles	224.9	6
Los Juncos	349.5	6
Los Fresnos	292.4	6
Los Cardos	483.2	6
S/N entre Cardos e Independencia	48.7	6

3.1.2 Condiciones

El clima en el distrito de Castilla es cálido y seco. Entre los meses de abril y diciembre la temperatura oscila entre 18°C y 26°C y en los meses de enero a marzo, la temperatura varía entre 30°C y 34°C. Asimismo durante la temporada de verano suelen ocurrir lluvias de moderada intensidad (Municipalidad Distrital de Castilla, s.f.).

Una de las avenidas que limita la zona evaluada es la Av. Guillermo Irazola, la cual colinda con el margen izquierdo del río Piura. Según CENEPRED (2017), se incluye a la zona evaluada como afectada por el desborde del río Piura, a consecuencia del fenómeno del Niño Costero del año 2017. Además, el informe considera la zona con un nivel de peligro muy alto ante eventos de inundaciones pluviales.

3.2 Aplicación del método PCI

El principal atributo, que se necesita obtener, de los pavimentos de las calles listadas en la Tabla *2*, es el PCI, el cual se va a incorporar al SIG para su gestión y análisis. Para la determinación del PCI se ha seguido el procedimiento descrito en el apartado 2.4, que está en concordancia con la norma ASTM D6433.

Se realizaron visitas de campo previas para las mediciones correspondientes y la división de los pavimentos por tramos, secciones y unidades de muestra. Debido a que se van a evaluar pavimentos de tipo flexible y rígido, el muestro, inspección y procedimiento de cálculo se ha realizado de forma independiente para cada tipo.

3.2.1 Pavimento flexible:

3.2.1.1 Muestreo. Se tienen un total de 20 calles que cuentan con pavimento flexible, se comprobó que contaban con la misma utilidad a lo largo de su longitud, por lo que cada calle se constituye en un tramo para su inspección (ver Apéndice A). Asimismo, cada uno de estos tramos por tener condiciones uniformes representan una sección a evaluar, con excepción de las calles Camelias, Las Amapolas y Los Fresnos que se han dividido cada una en dos secciones, debido a que a lo largo de su longitud se ven interrumpidas por pociones de pavimento de otro tipo.

Para la división de las secciones en unidades de muestra, se ha cumplido con la condición de que el área de la unidad de muestra esté dentro del tamaño estándar, es decir, no debe estar por debajo de 135m^2, ni por encima de 315m^2.

El detalle de la división en unidades de muestra se encuentra en el Apéndice B, para explicarlo, se describe a continuación la forma de división en unidades de muestra de la calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil). La vía tiene una longitud de 350m y un ancho de calzada de 6m, se ha considerado que en la parte inicial tenga nueve unidades de muestra con una longitud de 36m, teniendo un cada una un área de 216m^2 y que en la parte final haya una unidad de muestra con una longitud de 26m, con un área de 156 m^2, todas las áreas se encuentran dentro de lo permitido. Finalmente, se tiene un total de 10 unidades de muestra en la sección.

Un resumen de la distribución de unidades de muestra de cada sección se muestra en la Tabla 3 y se puede observar gráficamente en el Mapa M-06 del Apéndice G.

Se tienen en total 136 unidades de muestra. Se ha decidido inspeccionar la totalidad de las unidades de muestra, con el propósito de tener un mayor nivel de confiabilidad de los valores de PCI de las secciones.

Tabla 3

Resumen de unidades de muestra de cada sección

SECCIÓN	N° DE UM TOTAL	RANGO DE UM
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	10	UM1 - UM10
Los Capulíes	8	UM11 - UM18
Av. Cayetano Heredia	3	UM19 - UM21
Los Geranios	11	UM22 - UM32
Los Girasoles	6	UM33 - UM38
Las Carolinas	5	UM39 - UM43

SECCIÓN	N° DE UM TOTAL	RANGO DE UM
Las Begonias	2	UM44 - UM45
Los Jacintos	5	UM46 - UM50
Camelias S1	3	UM51 - UM53
Camelias S2	4	UM54 - UM57
Los Ébanos	6	UM58 - UM63
Los Rosales	9	UM64 - UM72
Los Almendros	8	UM73 - UM80
Las Amapolas S1	5	UM81 - UM85
Las Amapolas S2	2	UM86 - UM87
Los Cidras	5	UM88 - UM92
Los Ceibos	8	UM93 - UM100
Los Claveles	5	UM101 - UM105
Los Juncos	10	UM106 - UM115
Los Fresnos S1	3	UM116 - UM118
Los Fresnos S2	4	UM119 - UM122
Los Cardos	13	UM123 - UM135
S/N entre Cardos e Independencia	1	UM136

3.2.1.2 Inspección. La inspección de las unidades de muestra se ha realizado siguiendo un cronograma de trabajo del nueve de abril al cuatro de junio del 2022 (ver Mapa M-05 de Apéndice G).

Para la inspección se ha elaborado una hoja de datos en base a la propuesta por la norma ASTM D6433 (ver Figura 47), se anota el tramo, sección, fecha de inspección, unidad de muestra y área de unidad de muestra. Durante la inspección, en las hojas de datos, se registra cada tipo de falla encontrada, su cuantificación y su respectivo nivel de severidad. La forma de medición se encuentra en la Tabla A 1 del Anexo A.

Figura 47

Modelo de hoja de datos para inspección de pavimentos flexibles

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)										SKETCH:			
TRAMO:			SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:								
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)		FECHA:		ÁREA DE MUESTRA (m2):								
	1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Fisura en bloque 4. abultamientos y hundimientos 5. Corrugación			6. Depresión 7. Fisura de borde 8. Fisura de reflexión de junta 9. Desnivel carril - berma 10. Fisuras longitudinales y transversales			11. Parches y parches de corte utilitarios 12. Agregado pulido 13. Baches 14. Cruce de vía férrea 15. Ahuellamiento			16. Desplazamiento 17. Fisura parabólica o por deslizamiento 18. Hinchamiento 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados		
SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD

Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Se ha realizado la inspección de las 136 unidades de muestra; sin embargo, se observó que en las unidades de muestra listadas en la Tabla 4, correspondientes a su respectiva sección, el deterioro del pavimento ha alcanzado tal punto que prácticamente ha perdido la totalidad o gran parte de su superficie de rodadura. En estos pavimentos se observan los agregados desprendidos e incluso en algunos se pueden observar las capas subyacentes.

Por lo mencionado anteriormente, se ha decidido considerar estos pavimentos con un valor de PCI cero, por lo que no se han registrado hojas de datos para estas unidades de muestra y por lo tanto no aparecen en el Apéndice D.

En la Tabla 4 se muestran estas unidades de muestra con su respectiva imagen, que muestra el avanzado estado de deterioro en el que se encuentra el pavimento.

Tabla 4

Unidades de muestra asumidas con un valor de PCI cero

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	UM1	
	UM2	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	UM4	
	UM5	
Los Capulíes	UM18	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Las Carolinas	UM41	
	UM42	
Los Rosales	UM69	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Los Rosales	UM70	
	UM71	
Los Claveles	UM101	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Los Claveles	UM102	
	UM103	
	UM104	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Los Claveles	UM105	
Los Fresnos S1	UM116	
Los Fresnos S2	UM119	

SECCIÓN	UM	ESTADO DEL PAVIMENTO
Los Fresnos S2	UM120	
Los Cardos	UM129	
	UM130	

Asimismo, hay unidades de muestra en las que no se han encontrado fallas en el pavimento, por lo tanto, se han considerado con un valor de PCI de 100. Estas unidades de muestra se encuentran listadas en la Tabla 5, de igual forma, no se han registrado hojas de datos para estas unidades de muestra y no aparecen en el Apéndice D.

Tabla 5

Unidades de muestra asumidas con un valor de PCI 100

SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA
Los Girasoles	UM35, UM38
Los Ébanos	UM58, UM61, UM63
Los Cidras	UM90, UM92

3.2.1.3 Cálculo de PCI de unidades de muestra. Para el cálculo de PCI de cada unidad de muestra se ha tomado en cuenta el apartado 2.4.4.1. A manera de ejemplo, a continuación, se detalla el procedimiento de cálculo de la UM99.

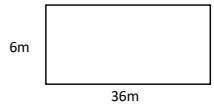
La hoja de datos correspondiente a la UM99, se puede visualizar en la Figura 48. De la inspección se tienen registradas las cantidades por cada nivel de severidad de cada tipo de falla encontrada, la columna Total corresponde a la suma de estas cantidades. Posteriormente se procede a calcular las densidades porcentuales (Ver Tabla 6).

Figura 48

Hoja de datos UM99 - Sección Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)

SKETCH:



TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM99
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
1L	1.85	2.6								4.45	2.06	16.9
1M	2.88	4.74								7.62	3.53	34.1
11M	36									36	16.67	37.8
13M	1									1	0.46	19.2
13H	3									3	1.39	57.5

Tabla 6

Cálculo de densidades para UM99

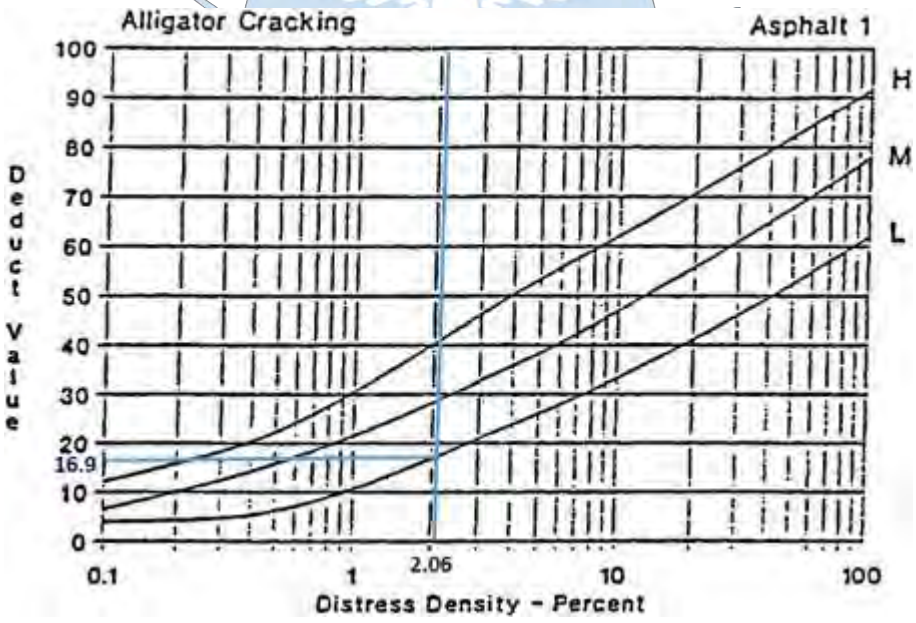
FALLA/SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)
1L	4.45	$\left(\frac{4.45}{216}\right) \times 100 = 2.06$
1M	7.62	$\left(\frac{7.62}{216}\right) \times 100 = 3.53$

FALLA/SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)
11M	36	$\left(\frac{36}{216}\right) \times 100 = 16.67$
13M	1	$\left(\frac{1}{216}\right) \times 100 = 0.46$
13H	3	$\left(\frac{3}{216}\right) \times 100 = 1.39$

Mediante la densidad porcentual de cada tipo de falla y su respectivo nivel severidad se determinan los valores deducidos (VD), para lo cual se han utilizado las gráficas de curvas de valores deducidos del Anexo B. La determinación de los VD para las respectivas densidades se muestra de la Figura 49 a la Figura 53.

Figura 49

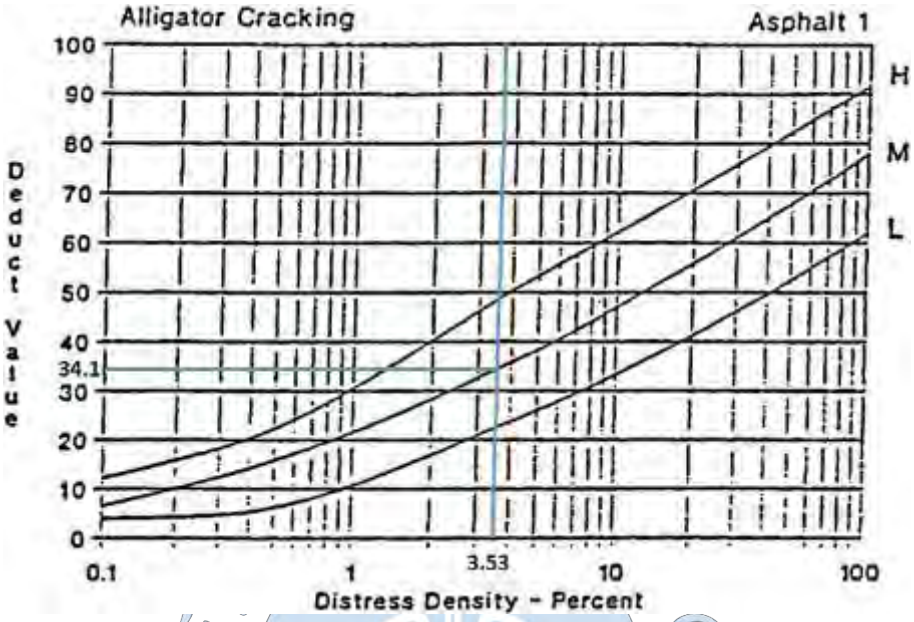
Determinación VD para densidad 2.06 - falla piel de cocodrilo – baja severidad - UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 50

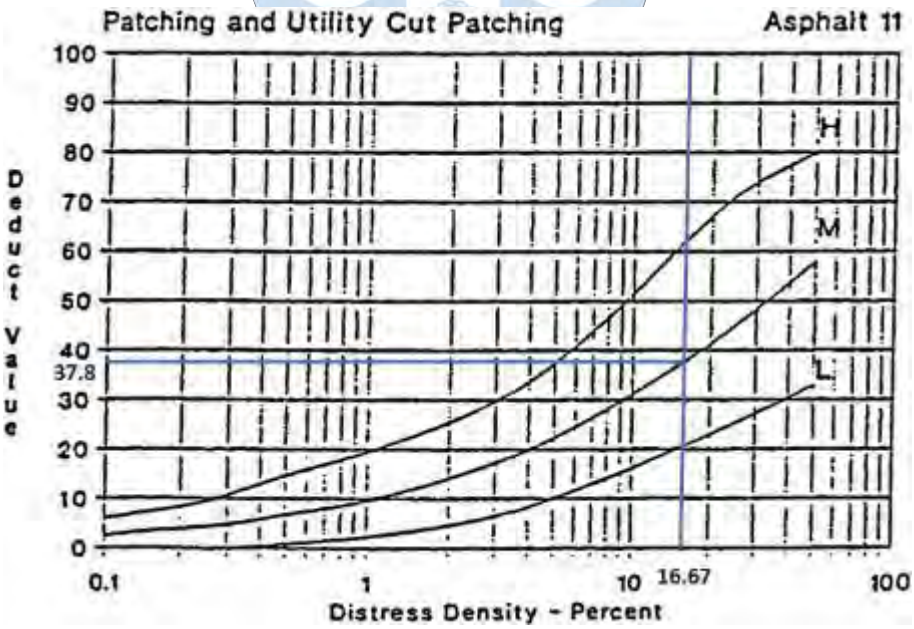
Determinación VD para densidad 3.53 - falla piel de cocodrilo – mediana severidad - UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 51

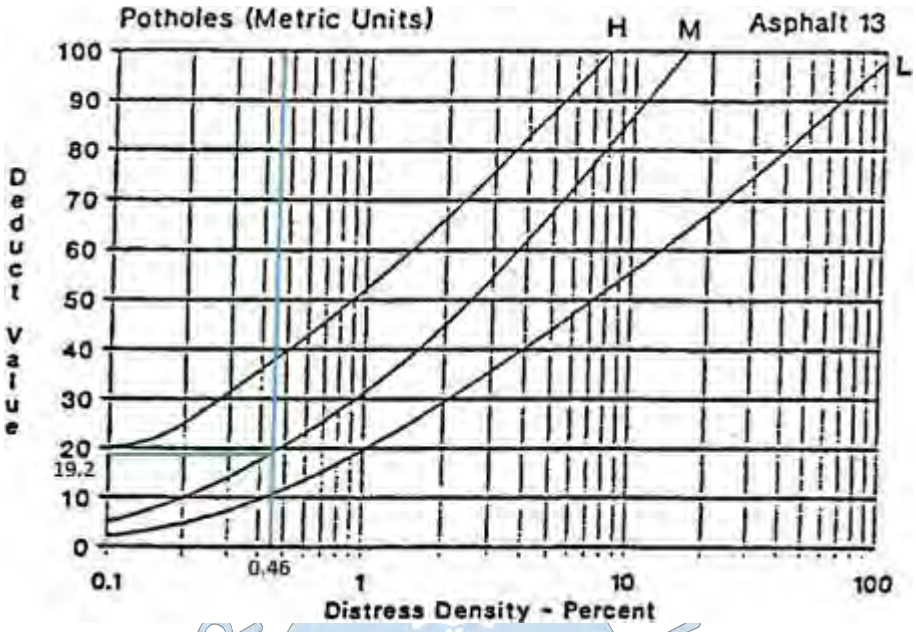
Determinación VD para densidad 16.67 - falla parches y parches de corte utilitario – mediana severidad - UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 52

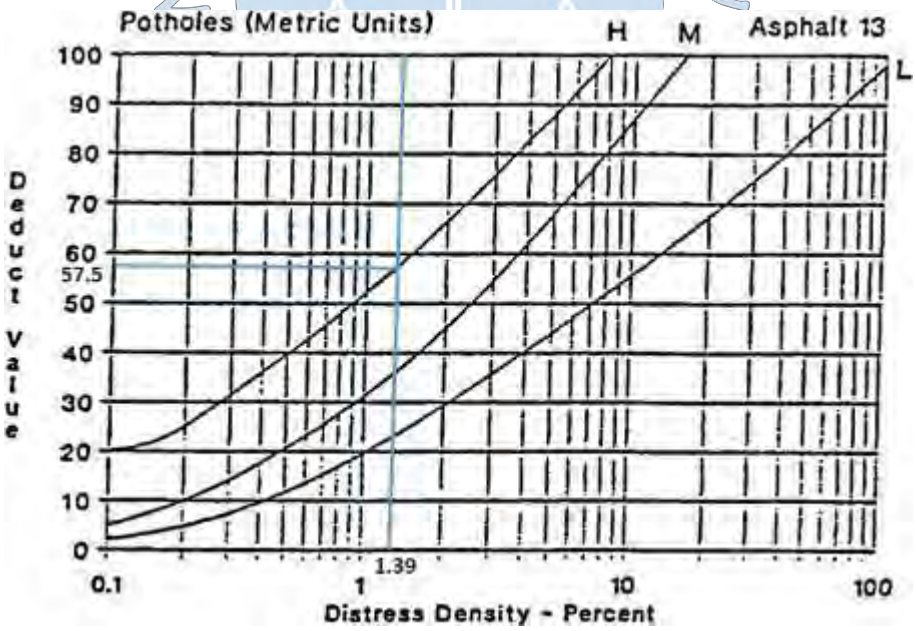
Determinación VD para densidad 0.46 - falla baches – mediana severidad - UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 53

Determinación VD para densidad 1.39 - falla baches – alta severidad - UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Para determinar el máximo valor deducido corregido (VDC), se verifican cuántos valores deducidos individuales son mayores a dos, en el caso de la UM99, son cinco.

Se coloca la lista de los valores deducidos en forma descendente, donde el mayor valor deducido individual es 57.5. Posteriormente se calcula el número máximo de deducciones permisibles (m), mediante la Ecuación (5):

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) \times (100 - 57.5) = 4.9$$

Por lo tanto, se necesitan cuatro valores deducidos y el 90% de un quinto, los cuales se encuentran colocados en forma descendente en la Figura 54**.** Para cada fila el valor deducido total consiste en la suma de valores deducidos individuales y el valor de q queda establecido como el número de valores deducidos individuales mayores a dos.

Los VDC se obtienen a partir del valor de la columna Total y el valor de q, en las curvas de valores deducidos corregidos de la Figura D 1 del Anexo D, la determinación de estos valores se muestra de la Figura 55 a la Figura 59.

En cada fila se cambia por dos el menor valor deducido mayor que dos, hasta que el valor de q sea igual a uno.

El máximo valor deducido de la UM99 es 82.5, redondeado a 83. El valor de PCI de la unidad de muestra se calcula mediante la Ecuación (4).

$$PCI = 100 - 83 = 17$$

Por lo tanto, el valor de PCI de la UM99 es 17, y pertenece a un estado de pavimento muy pobre.

Figura 54

Cálculo de PCI de UM99

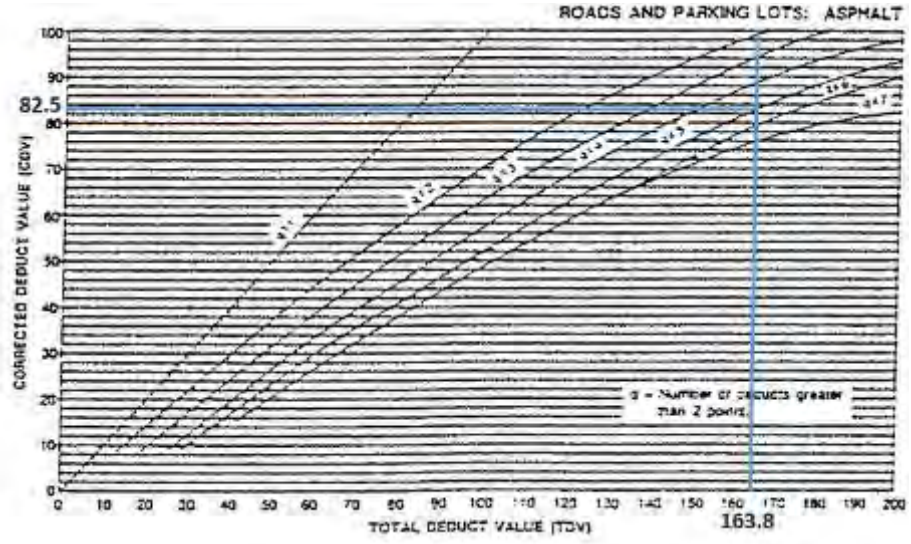
#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	57.5	37.8	34.10	19.2	15.2						163.8	5	82.5
2	57.5	37.8	34.10	19.2	2						150.6	4	82.2
3	57.5	37.8	34.10	2	2						133.4	3	80.6
4	57.5	37.8	2	2	2						101.3	2	71.7
5	57.5	2	2	2	2						65.5	1	65.5

m	4.9

Máx. VDC	83
PCI	17
Estado	Muy pobre

Figura 55

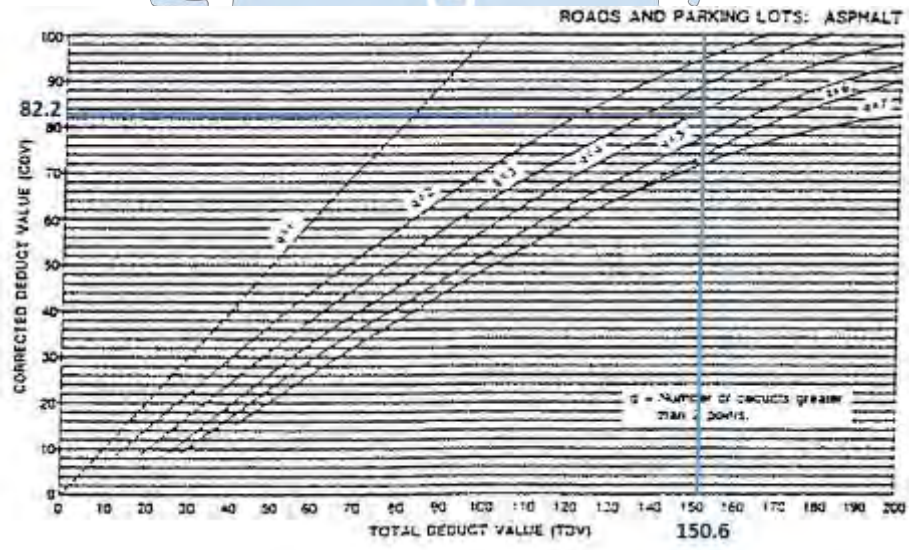
Determinación de VDC para un valor deducido total de 163.8 y q de 5 de UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 56

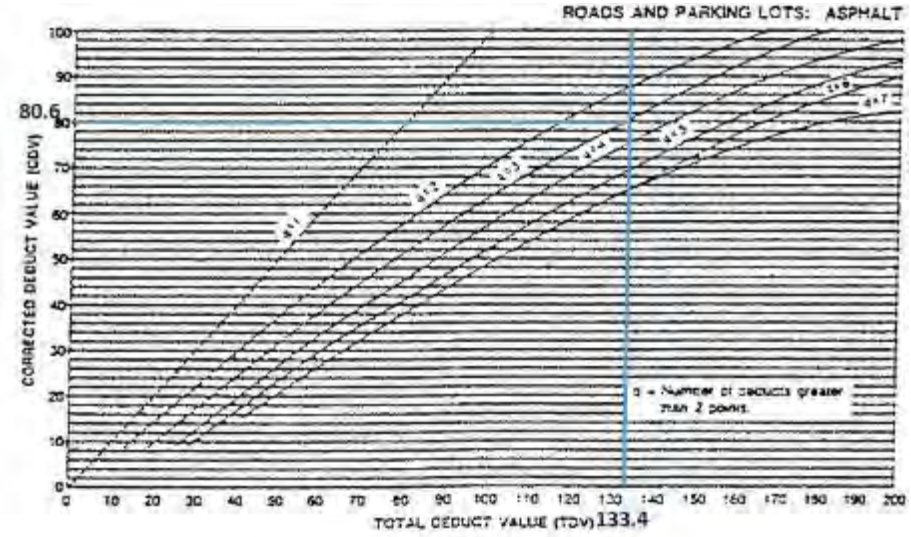
Determinación de VDC para un valor deducido total de 150.6 y q de 4 de UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 57

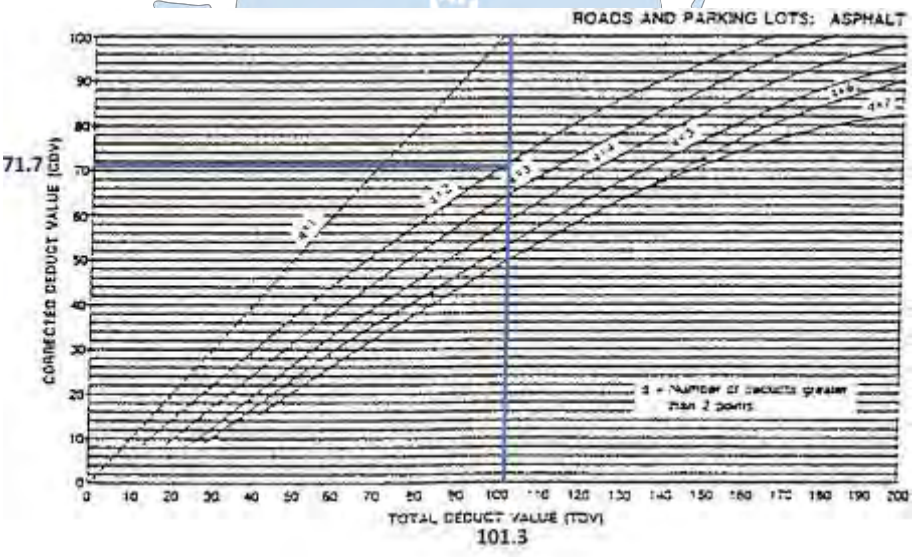
Determinación de VDC para un valor deducido total de 133.4 y q de 3 de UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 58

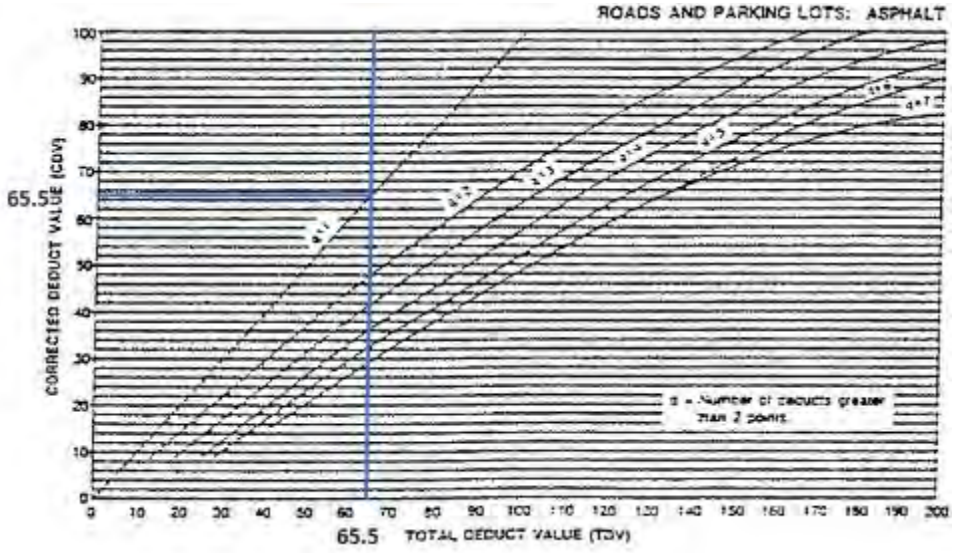
Determinación de VDC para un valor deducido total de 101.3 y q de 2 de UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 59

Determinación de VDC para un valor deducido total de 65.5 y q de 1 de UM99



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Los valores de PCI de todas las unidades de muestra de cada sección se encuentran en la Tabla *7*.

Tabla 7

Valores de PCI de todas las unidades de muestra de los pavimentos flexibles evaluados

SECCIÓN	UM	PCI	ESTADO
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	UM1	0	Fallado
	UM2	0	Fallado
	UM3	0	Fallado
	UM4	0	Fallado
	UM5	0	Fallado
	UM6	0	Fallado
	UM7	0	Fallado
	UM8	0	Fallado
	UM9	51	Regular
	UM10	51	Regular
Los Capulíes	UM11	0	Fallado
	UM12	8	Fallado
	UM13	54	Regular
	UM14	20	Muy pobre
	UM15	44	Regular
	UM16	56	Bueno
	UM17	54	Regular
	UM18	0	Fallado

SECCIÓN	UM	PCI	ESTADO
Av. Cayetano Heredia	UM19	0	Fallado
	UM20	23	Muy pobre
	UM21	7	Fallado
Los Geranios	UM22	60	Bueno
	UM23	30	Pobre
	UM24	83	Muy bueno
	UM25	52	Regular
	UM26	70	Bueno
	UM27	43	Regular
	UM28	30	Pobre
	UM29	71	Muy bueno
	UM30	61	Bueno
	UM31	23	Muy pobre
	UM32	85	Muy bueno
Los Girasoles	UM33	0	Fallado
	UM34	78	Muy bueno
	UM35	100	Excelente
	UM36	79	Muy bueno
	UM37	13	Muy pobre
	UM38	100	Excelente
Las Carolinas	UM39	0	Fallado
	UM40	12	Muy pobre
	UM41	0	Fallado
	UM42	0	Fallado
	UM43	0	Fallado
Las Begonias	UM44	0	Fallado
	UM45	0	Fallado
Los Jacintos	UM46	55	Regular
	UM47	0	Fallado
	UM48	2	Fallado
	UM49	7	Fallado
	UM50	0	Fallado
Camelias S1	UM51	0	Fallado
	UM52	3	Fallado
	UM53	14	Muy pobre
Camelias S2	UM54	26	Pobre
	UM55	35	Pobre
	UM56	60	Bueno
	UM57	51	Regular
Los Ébanos	UM58	100	Excelente
	UM59	9	Fallado
	UM60	77	Muy bueno
	UM61	100	Excelente
	UM62	90	Excelente

SECCIÓN	UM	PCI	ESTADO
Los Ébanos	UM63	100	Excelente
Los Rosales	UM64	62	Bueno
	UM65	6	Fallado
	UM66	4	Fallado
	UM67	16	Muy pobre
	UM68	77	Muy bueno
	UM69	0	Fallado
	UM70	0	Fallado
	UM71	0	Fallado
	UM72	18	Muy pobre
Los Almendros	UM73	29	Pobre
	UM74	6	Fallado
	UM75	60	Bueno
	UM76	33	Pobre
	UM77	1	Fallado
	UM78	34	Pobre
	UM79	0	Fallado
	UM80	6	Fallado
Las Amapolas S1	UM81	68	Bueno
	UM82	22	Muy pobre
	UM83	54	Regular
	UM84	27	Pobre
	UM85	5	Fallado
Las Amapolas S2	UM86	0	Fallado
	UM87	29	Pobre
Los Cidras	UM88	7	Fallado
	UM89	86	Excelente
	UM90	100	Excelente
	UM91	91	Excelente
	UM92	100	Excelente
Los Ceibos	UM93	53	Regular
	UM94	48	Regular
	UM95	53	Regular
	UM96	62	Bueno
	UM97	10	Fallado
	UM98	18	Muy pobre
	UM99	17	Muy pobre
	UM100	28	Pobre
Los Claveles	UM101	0	Fallado
	UM102	0	Fallado
	UM103	0	Fallado
	UM104	0	Fallado
	UM105	0	Fallado
Los Juncos	UM106	0	Fallado

SECCIÓN	UM	PCI	ESTADO
Los Juncos	UM107	19	Muy pobre
	UM108	7	Fallado
	UM109	32	Pobre
	UM110	39	Pobre
	UM111	42	Regular
	UM112	24	Muy pobre
	UM113	60	Bueno
	UM114	19	Muy pobre
	UM115	11	Muy pobre
Los Fresnos S1	UM116	0	Fallado
	UM117	0	Fallado
	UM118	0	Fallado
Los Fresnos S2	UM119	0	Fallado
	UM120	0	Fallado
	UM121	0	Fallado
	UM122	0	Fallado
Los Cardos	UM123	0	Fallado
	UM124	0	Fallado
	UM125	0	Fallado
	UM126	0	Fallado
	UM127	10	Fallado
	UM128	0	Fallado
	UM129	0	Fallado
	UM130	0	Fallado
	UM131	0	Fallado
	UM132	5	Fallado
	UM133	0	Fallado
	UM134	0	Fallado
	UM135	0	Fallado
S/N entre Cardos e Independencia	UM136	0	Fallado

3.2.1.4 Cálculo de PCI de la sección. Para el cálculo de PCI de las secciones se ha tomado en cuenta el apartado 2.4.4.2. Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas y no hay unidades de muestra adicionales, para calcular el PCI de la sección del pavimento se utiliza la Ecuación (6).

Se han calculado el PCI de la todas las secciones con pavimento flexible, a manera de ejemplo se muestra el cálculo para la sección Los Ceibos.

Del Apéndice B se tiene que inicialmente la sección Los Ceibos cuenta con siete unidades de muestra con un área de 216m^2 y un área de muestra final con 154.2m^2. Para la

sección le corresponden las unidades de muestra de la 93 a la 100 y sus valores de PCI han sido tomados de la Tabla 7.

$$\mathrm{PCI_s} = \frac{(53\times216)+(48\times216)+(53\times216)+(62\times216)+(10\times216)+(18\times216)+(17\times216)+(28\times154.2)}{216+216+216+216+216+216+216+154.2} = 36$$

Por lo tanto, el valor de PCI de la sección Los Ceibos es 36 y corresponde a un estado de pavimento pobre.

La lista de los valores de PCI de todas las secciones se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8

Valores de PCI de todas las secciones de pavimento flexible evaluadas

SECCIÓN	PCIs	ESTADO
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	9	Fallado
Los Capulíes	30	Pobre
Av. Cayetano Heredia	10	Fallado
Los Geranios	56	Bueno
Los Girasoles	63	Bueno
Las Carolinas	2	Fallado
Las Begonias	0	Fallado
Los Jacintos	13	Muy pobre
Camelias S1	6	Fallado
Camelias S2	43	Regular
Los Ébanos	80	Muy bueno
Los Rosales	20	Muy pobre
Los Almendros	21	Muy pobre
Las Amapolas S1	38	Pobre
Las Amapolas S2	14	Muy pobre
Los Cidras	76	Muy bueno
Los Ceibos	36	Pobre
Los Claveles	0	Fallado
Los Juncos	26	Pobre
Los Fresnos S1	0	Fallado

SECCIÓN	PCIs	ESTADO
Los Fresnos S2	0	Fallado
Los Cardos	1	Fallado
S/N entre Cardos e Independencia	0	Fallado

3.2.2 Pavimento rígido:

3.2.2.1 Muestreo. Se tiene solo una calle que cuenta con pavimento rígido en toda su longitud, la calle Las Dalias que colinda con la Avenida Independencia; además, se tiene dos porciones de pavimento rígido en las calles Los Fresnos y Los Cardos, que no han sido consideradas dentro de los pavimentos evaluados, debido a que su número de losas se encuentra por debajo del tamaño estándar admisible.

El pavimento de la calle Las Dalias que colinda con la Avenida Independencia, cuenta con la misma utilidad a lo largo de su longitud, por lo que se ha considerado como un solo tramo; asimismo, por tener condiciones uniformes, representa una sola sección a evaluar.

Para la división de la sección en unidades de muestra, se ha cumplido con la condición de que el número de losas esté dentro del tamaño estándar, es decir, no debe estar por debajo de ocho losas, ni por encima 28 losas.

El pavimento de esta calle tiene una longitud de 195.8m y un ancho de calzada de 6m, tiene en total 128 losas, ubicadas dos por ancho de calzada, de aproximadamente 3m x 3m. Se han considerado ocho unidades de muestra, cada una con 16 losas, que abarcan una longitud de 24.475 m. El número de losas escogidas para cada unidad de muestra se encuentra dentro de lo permitido. El resumen de esta división y el número que le corresponde a cada unidad de muestra se visualiza en la Tabla 9; además, se puede observar gráficamente la distribución en el Mapa M-06 del Apéndice G.

Tabla 9

División de secciones en unidades de muestra calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

SECCIÓN	LONG. (m)	ANCHO (m)	N° LOSAS SECCIÓN	LOSAS POR UM	LONG. DE UM (m)	N° UM	Rango UM
Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	195.8	6	128	16	24.475	8	UM137 - UM144

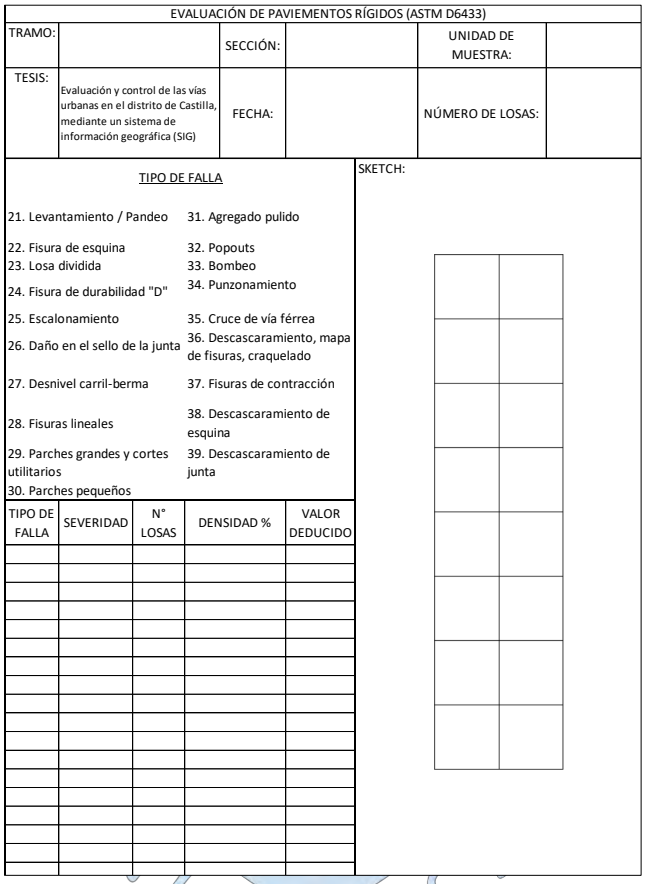
De esta manera, se tiene en total ocho unidades de muestra. Se ha decidido inspeccionar la totalidad de las unidades de muestra, con el propósito de tener un mayor nivel de confiabilidad de los valores de PCI de la sección.

3.2.2.2 Inspección. La inspección de las unidades de muestra para esta sección se ha realizado el 4 de junio del 2022 (ver Mapa M-05 del Apéndice G). Para la inspección se ha elaborado una hoja de datos en base a la propuesta por la norma ASTM D6433 (ver Figura 60),

se anota el tramo, sección, fecha de inspección, unidad de muestra y número de losas de unidad de muestra. Durante la inspección, en las hojas de datos, se registra cada tipo de falla encontrada, su cuantificación y su respectivo nivel de severidad. La forma de medición se encuentra en la Tabla A 2 del Anexo A.

Figura 60

Modelo de hoja de datos para inspección de pavimentos rígidos



EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)

TRAMO:		SECCIÓN:		UNIDAD DE MUESTRA:	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:		NÚMERO DE LOSAS:	

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de esquina
29. Parches grandes y cortes utilitarios	39. Descascaramiento de junta
30. Parches pequeños	

SKETCH:

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO

Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

3.2.2.3 Cálculo de PCI de unidades de muestra. Para el cálculo de PCI de la unidad de muestra se ha tomado en cuenta el apartado 2.4.4.1. La hoja de datos correspondiente a la unidad de muestra, se puede visualizar en la Figura 61. De la inspección se tiene registrado el número de losas para cada combinación individual de tipo y severidad de falla. Posteriormente se procede a calcular las densidades porcentuales (Ver Tabla 10).

Figura 61

Hoja de datos UM137 - Sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM137
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	L	1	6.25	4.8
28	L	1	6.25	3.9
28	H	1	6.25	12.0
30	M	1	6.25	1.1
31		5	31.25	5.5

SKETCH:

30M	31 28L
	31
	31
31 28H	31 22L

Tabla 10

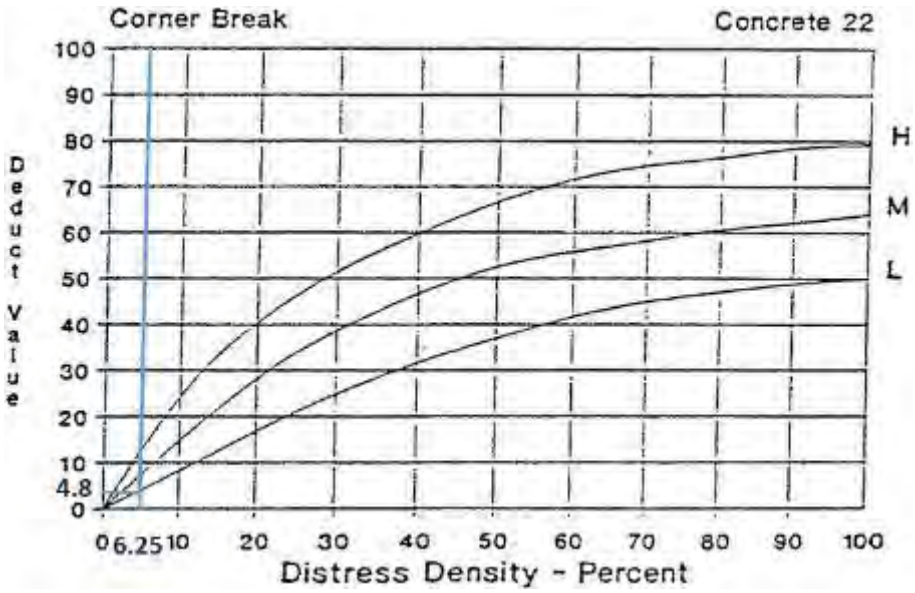
Cálculo de densidades para UM137

FALLA/SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD (%)
22L	1	$\left(\frac{1}{16}\right) \times 100 = 6.25$
28L	1	$\left(\frac{1}{16}\right) \times 100 = 6.25$
28H	1	$\left(\frac{1}{16}\right) \times 100 = 6.25$
30M	1	$\left(\frac{1}{16}\right) \times 100 = 6.25$
31	5	$\left(\frac{5}{16}\right) \times 100 = 31.25$

Mediante la densidad porcentual de cada tipo de falla y su respectivo nivel severidad se determinan los valores deducidos (VD), para lo cual se han utilizado las gráficas de curvas de valores deducidos del Anexo C. La determinación de los VD para las respectivas densidades se muestra de la Figura 62 a la Figura 66.

Figura 62

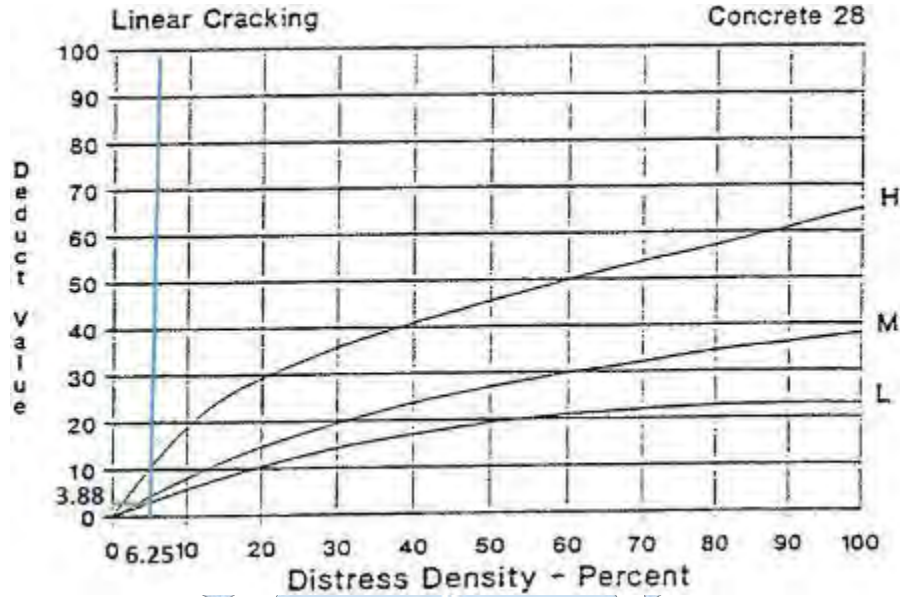
Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisura de esquina - baja severidad - UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 63

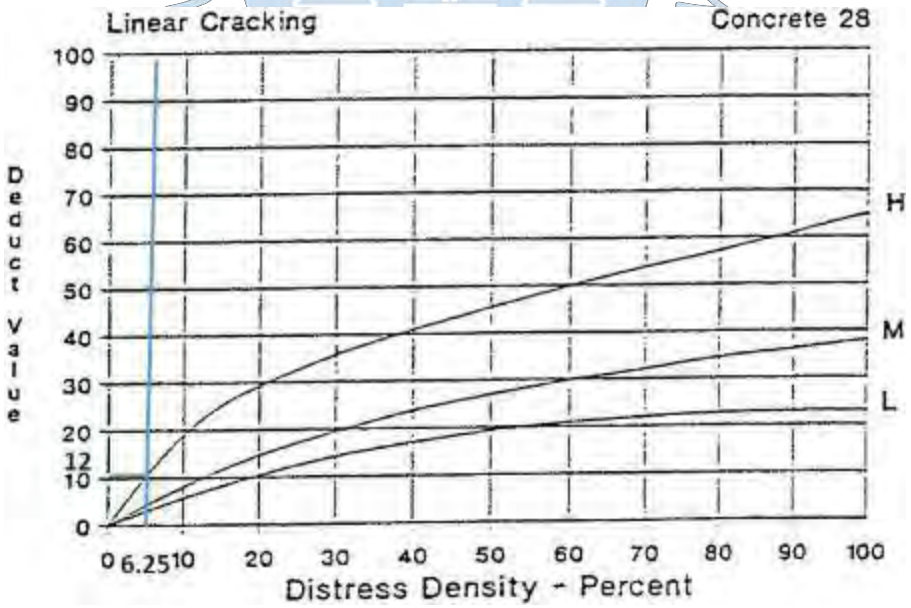
Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisuras lineales - baja severidad - UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 64

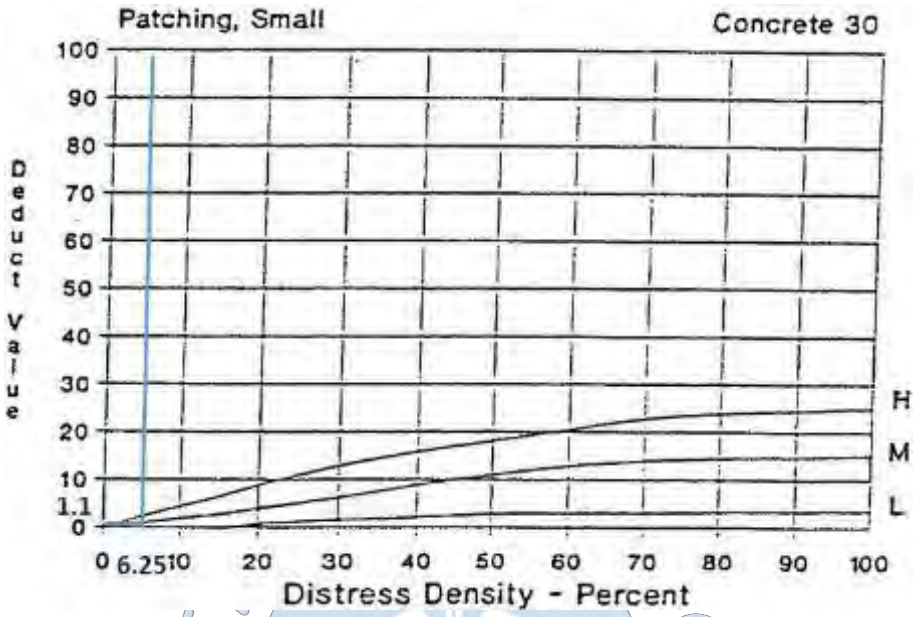
Determinación VD para densidad 6.25 - falla fisuras lineales - mediana severidad - UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 65

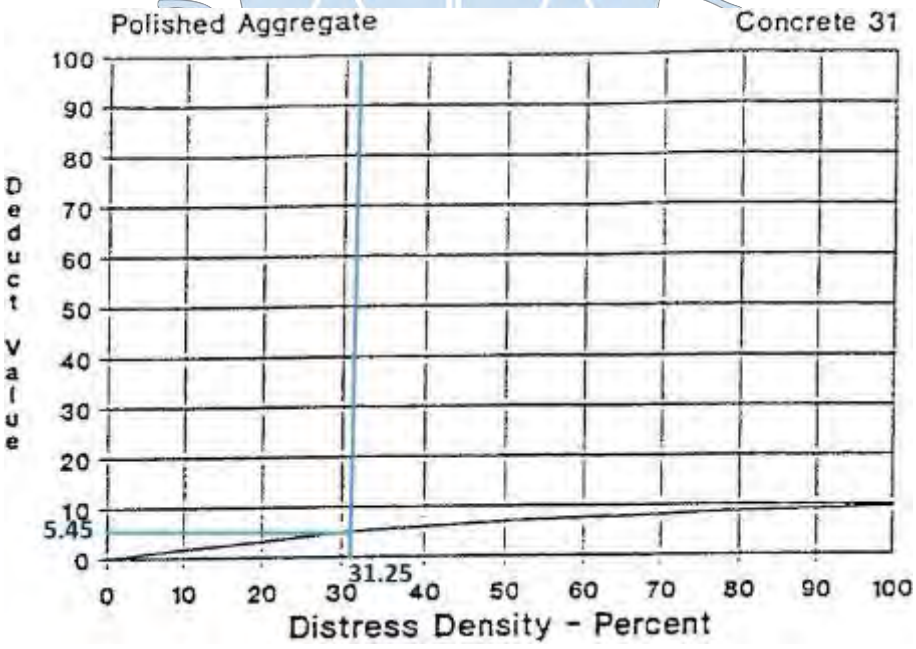
Determinación VD para densidad 6.25 - falla parches pequeños - mediana severidad - UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 66

Determinación VD para densidad 31.25 - falla agregado pulido - UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Para determinar el máximo valor deducido corregido (VDC), se verifican cuántos valores deducidos individuales son mayores a dos, en el caso de la UM137, son cuatro.

Se coloca la lista de los valores deducidos en forma descendente, donde el mayor valor deducido individual es 12. Posteriormente se calcula el número máximo de deducciones permisibles (m), mediante la Ecuación (5):

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98}\right) \times (100 - 12) = 9.1$$

Por lo tanto, se aceptan todos los valores deducidos individuales, los cuales se encuentran colocados en forma descendente en la Figura 67. Para cada fila el valor deducido total consiste en la suma de valores deducidos individuales y el valor de q queda establecido como el número de valores deducidos individuales mayores a dos.

Los VDC se obtienen a partir del valor de la columna Total y el valor de q, en las curvas de valores deducidos corregidos de la Figura D 2 del Anexo D. La determinación de estos valores se muestra de la Figura 68 a la Figura 71.

En cada fila se cambia por dos el menor valor deducido mayor que dos, hasta que el valor de q sea igual a uno.

El máximo valor deducido de la UM137 es 19.1, redondeado a 19. El valor de PCI de la unidad de muestra se calcula mediante la Ecuación (4).

$$PCI = 100 - 19 = 81$$

Por lo tanto, el valor de PCI de la UM137 es 81, y pertenece a un estado de pavimento muy bueno.

Figura 67

Cálculo de PCI de UM137

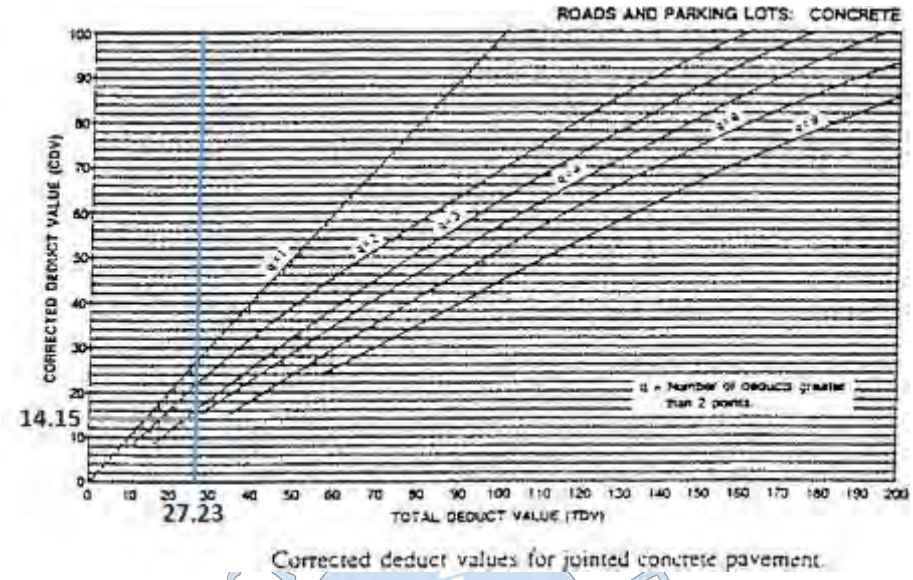
#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	12	5.5	4.8	3.9	1.1						27.3	4	14.2
2	12	5.5	4.8	2	1.1						25.4	3	14.8
3	12	5.5	2	2	1.1						22.6	2	18.2
4	12	2	2	2	1.1						19.1	1	19.1
5													

m	9.1

Máx. VDC	19
PCI	81
Estado	Muy bueno

Figura 68

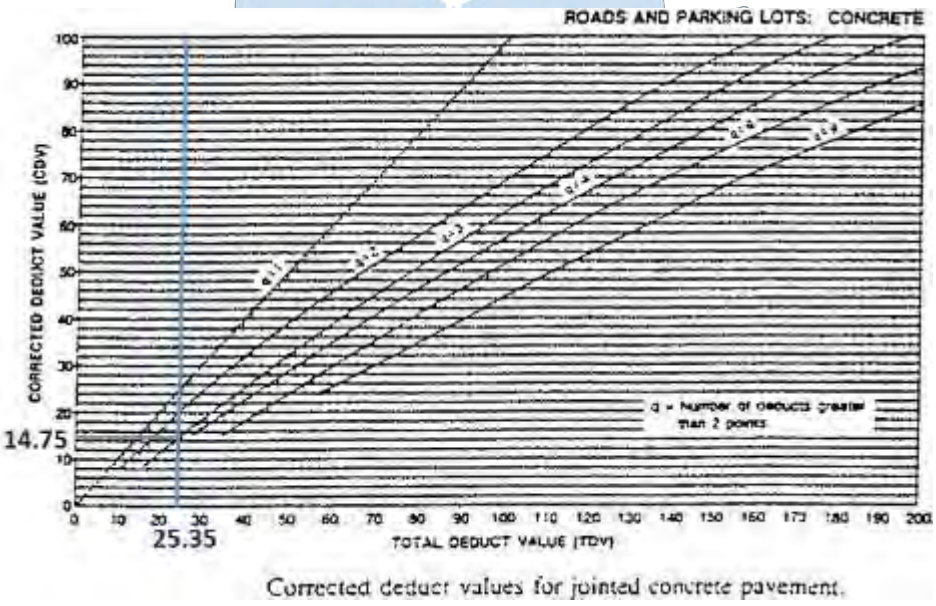
Determinación de VDC para un valor deducido total de 27.23 y q de 4 de UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 69

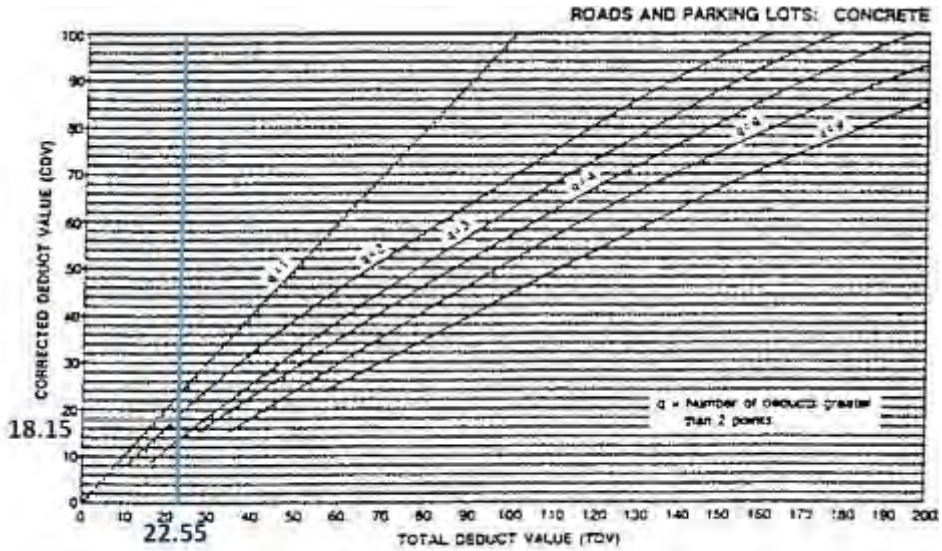
Determinación de VDC para un valor deducido total de 25.35 y q de 3 de UM137



Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 70

Determinación de VDC para un valor deducido total de 22.55 y q de 2 de UM137

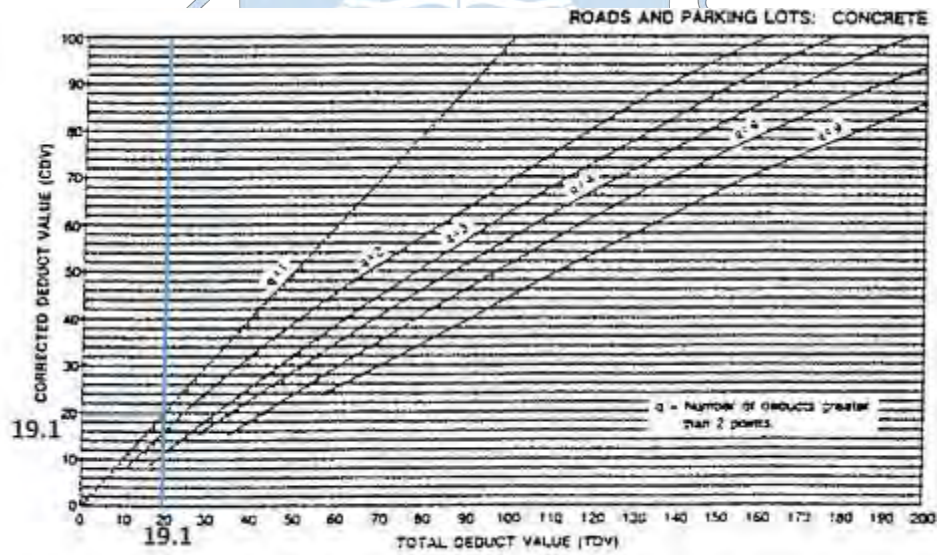


Corrected deduct values for jointed concrete pavement.

Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Figura 71

Determinación de VDC para un valor deducido total de 19.1 y q de 1 de UM137



Corrected deduct values for jointed concrete pavement.

Nota. Adaptada de ASTM D6433-03 (2004).

Los valores de PCI de todas las unidades de muestra de cada sección se encuentran en la Tabla 11.

Tabla 11

Valores de PCI de las unidades de muestra del pavimento rígido evaluado

SECCIÓN	UM	PCI	ESTADO
Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UM137	81	Muy bueno
	UM138	92	Excelente
	UM139	88	Excelente
	UM140	56	Bueno
	UM141	74	Muy bueno
	UM142	75	Muy bueno
	UM143	82	Muy bueno
	UM144	85	Excelente

3.2.2.4 Cálculo de PCI de la sección. Para el cálculo de PCI de la sección se ha tomado en cuenta el apartado 2.4.4.2. Como todas las unidades de muestra han sido inspeccionadas y no hay unidades de muestra adicionales, para calcular el PCI de la sección del pavimento se utiliza la Ecuación (6).

La sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia) cuenta con ocho unidades de muestra, cada una con 16 losas. Para la sección le corresponden las unidades de muestra de la 137 a la 144 y sus valores de PCI han sido tomados de la Tabla 11.

$$\mathrm{PCI_s} = \frac{(81\times16)+(92\times16)+(88\times16)+(56\times16)+(74\times16)+(75\times16)+(82\times16)+(85\times16)}{16+16+16+16+16+16+16+16} = 79$$

Por lo tanto, el valor de PCI de la sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia) es 79 y corresponde a un estado de pavimento muy bueno.

3.3 Desarrollo del SIG con ArcGIS desktop

La gestión, representación y análisis de la información geográfica, recolectada durante el trabajo de campo y trabajada en el apartado 3.2, se ha realizado mediante un SIG a través de ArcGIS desktop y sus aplicaciones principales mencionadas en el apartado 2.6.5.

Teniendo en consideración el apartado 2.6.2, la información geográfica se ha conceptualizado bajo un modelo geográfico basado en entidades discretas, ya que es el modelo más adecuado teniendo en cuenta que los datos que se quieren representar son vías urbanas. Asimismo, los elementos se han representado mediante un modelo de representación vectorial y a su vez guardados en un modelo de almacenamiento para representaciones vectoriales, dado que las primitivas principales que se han utilizado son líneas o polígonos.

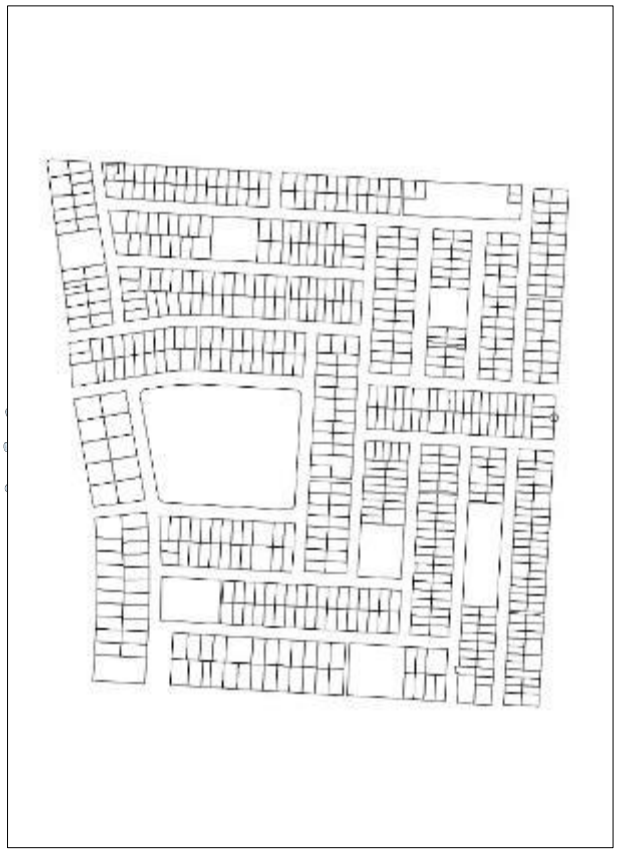
La visualización de la información geográfica está establecida por medio de distintos mapas temáticos, que muestran diversas propiedades de los elementos modelados, según la variable evaluada.

El trabajo con la información geográfica hasta la obtención de un mapa temático se detalla a continuación:

El paso previo a trabajar con la aplicación ArcMap es habilitar la información que se tiene, la cual comprende un mapa de lotización de la zona evaluada en formato dwg. (Ver Figura 72) y la base de datos de las vías con su respectivo PCI, obtenida de aparatados anteriores y colocada en formato xls. (Ver Apéndice F), para que puedan ser incorporados a la aplicación.

Figura 72

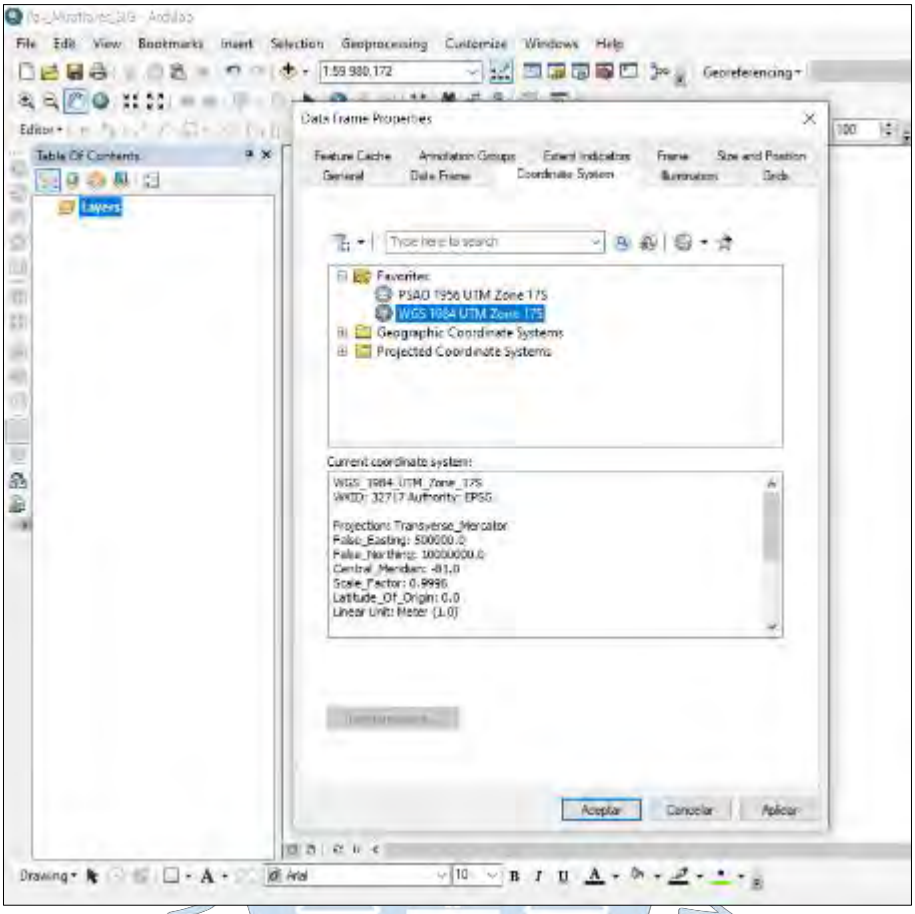
Mapa de lotización de la zona estudiada en formato dwg.



Para empezar a trabajar en ArcMap, primero se crea un nuevo documento. Luego al marco de datos denominado Layers, en la Tabla de Contenidos y que contendrá todas las capas que se crearán, se le asigna un sistema de coordenadas mediante la configuración de sus propiedades (Figura 73). De acuerdo al apartado 2.5 y la ubicación de la zona evaluada, se ha seleccionado un sistema de coordenadas proyectadas, definido en el sistema de coordenadas geográficas WGS 1984, hemisferio sur, en la zona UTM 17S.

Figura 73

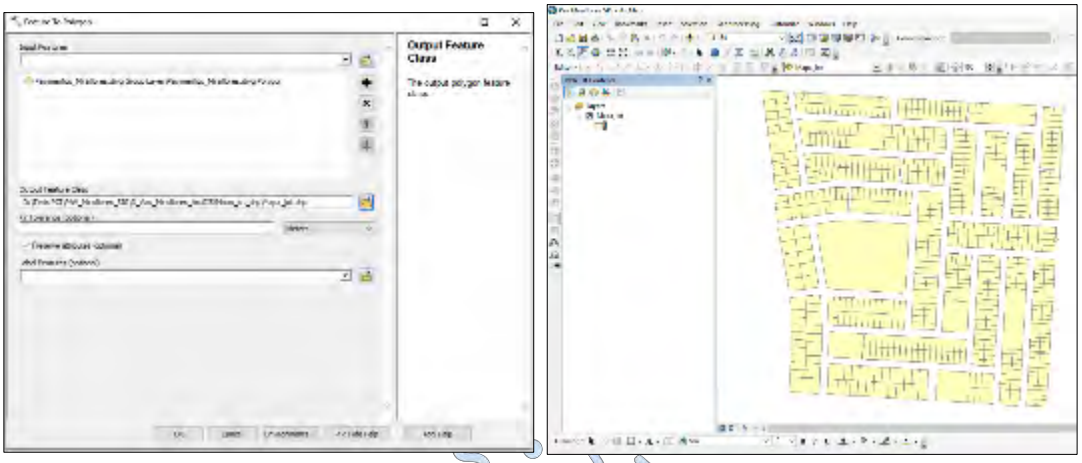
Configuración del sistema de coordenadas del marco de datos



La creación de archivos e incorporación de datos se realizará en la vista de datos o Data View de ArcMap. Mediante la ventana Catálogo, se establece una conexión con la carpeta que contiene la información habilitada y que almacenará todos los archivos que se crearán. A partir de la misma ventana Catálogo se añade el mapa de lotización en formato dwg. (Figura 72) al marco de trabajo. Este mapa en formato dwg. se convierte a un polígono en formato shape con el uso de la herramienta Feature to Polygone de ArcToolbox, definido en el mismo sistema de coordenadas (ver Figura 74).

Figura 74

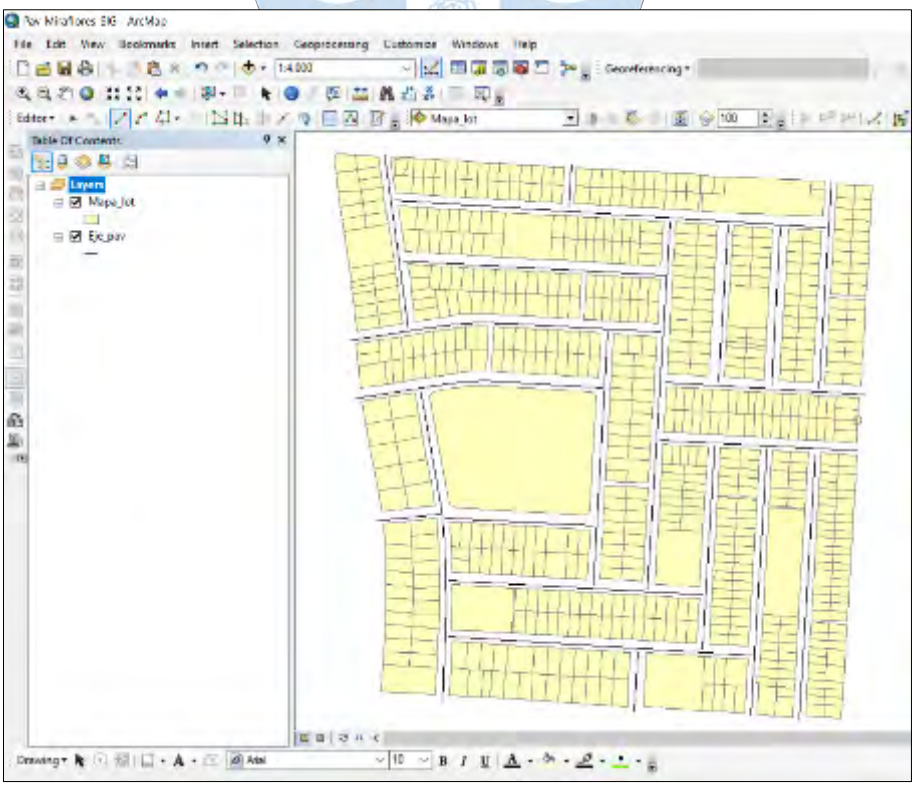
Conversión del mapa de lotización a formato shape



Los pavimentos de las calles listadas en la Tabla *2*, se han representado mediante polilíneas en formato shape, en el sistema de coordenadas con el que se está trabajando. En la ventana Catálogo, en la carpeta de trabajo, se crea un nuevo archivo en formato shape, que contendrá el eje de los pavimentos que se quieren representar. El eje de las vías se edita de tal forma que los vértices y las distancias se ubiquen de acuerdo a los datos recogidos en campo (Figura 75).

Figura 75

Representación eje de vías mediante polilíneas en formato shape

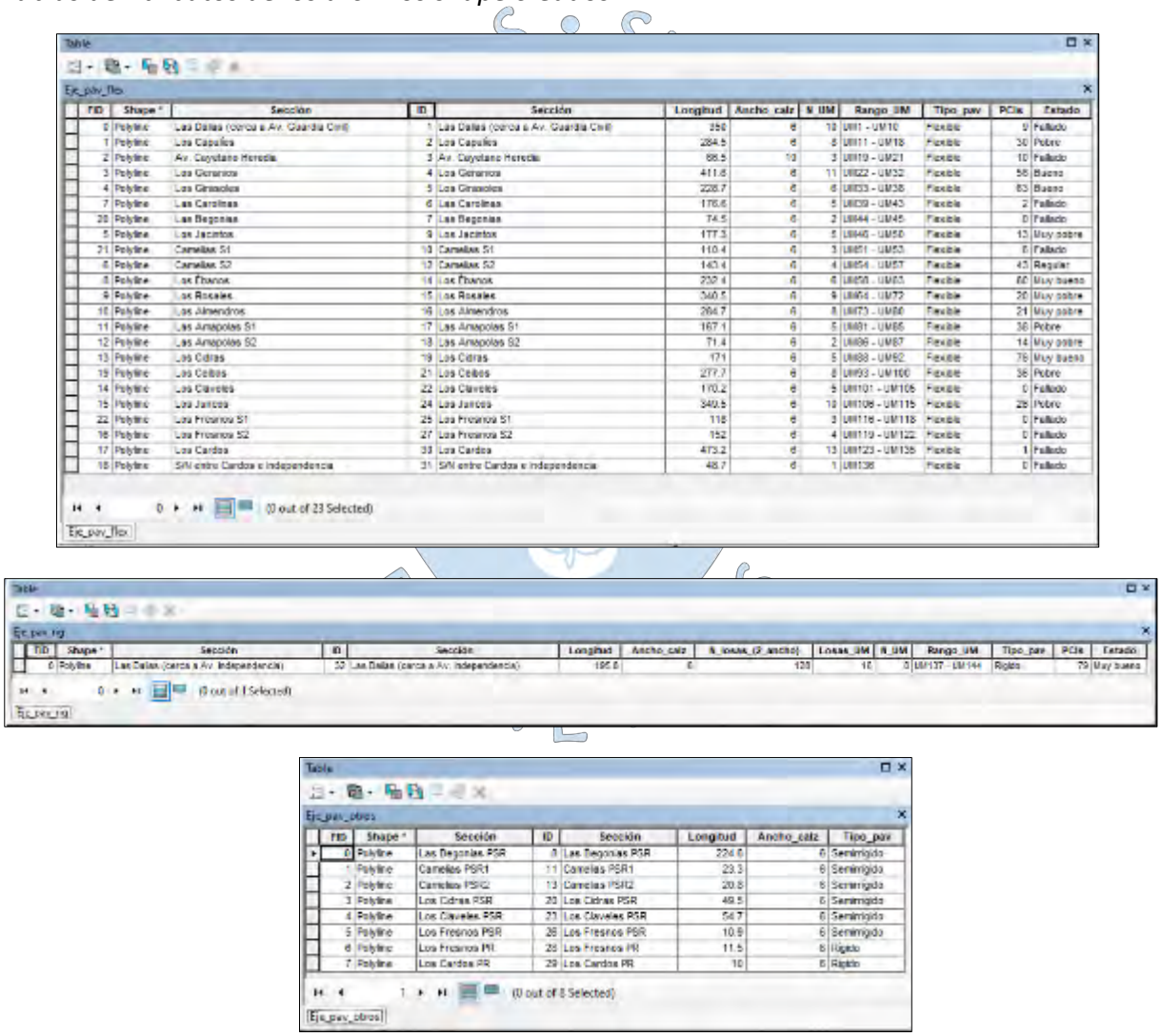


Los ejes de las calles modelados se han separado en tres archivos shape diferentes, uno que contiene los pavimentos de tipo flexible, otro el pavimento rígido que se ha evaluado, y por último uno que contiene los ejes de pavimentos de tipo semirrígido y porciones de pavimento rígido, que no han sido evaluados por tener muy poca longitud.

Mediante la ventana Catálogo se añaden al marco de trabajo las hojas de cálculo que contienen la base de datos de las vías (Apéndice F). Mediante la herramienta Join Data se vincula cada uno de los archivos shape con su respectiva hoja de cálculo, de esta manera cada eje de vía, representado por una polilínea, cuenta con su respectiva información geográfica, cuyas propiedades se pueden gestionar mediante la tabla de atributos (Figura 76).

Figura 76

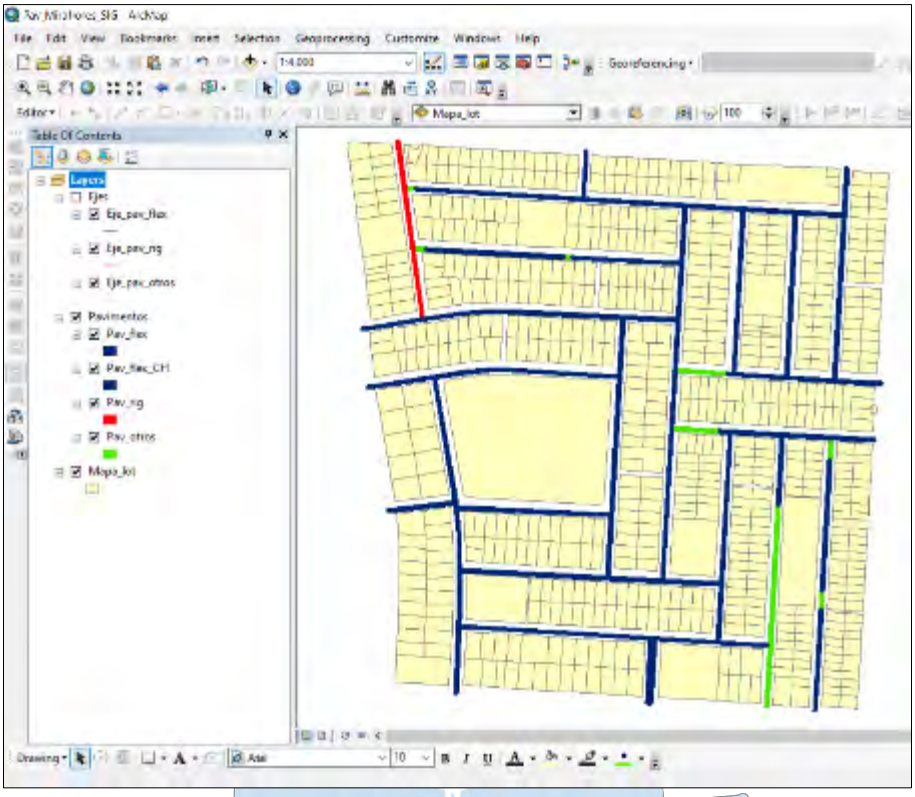
Tablas de Atributos de los archivos shape creados



Para una mejor visualización de los atributos de los pavimentos, según la variable evaluada, se hace el uso de la herramienta de geoprocesamiento Buffer, que permitirá representar las vías con su respectivo acho de calzada (ver Figura 77).

Figura 77

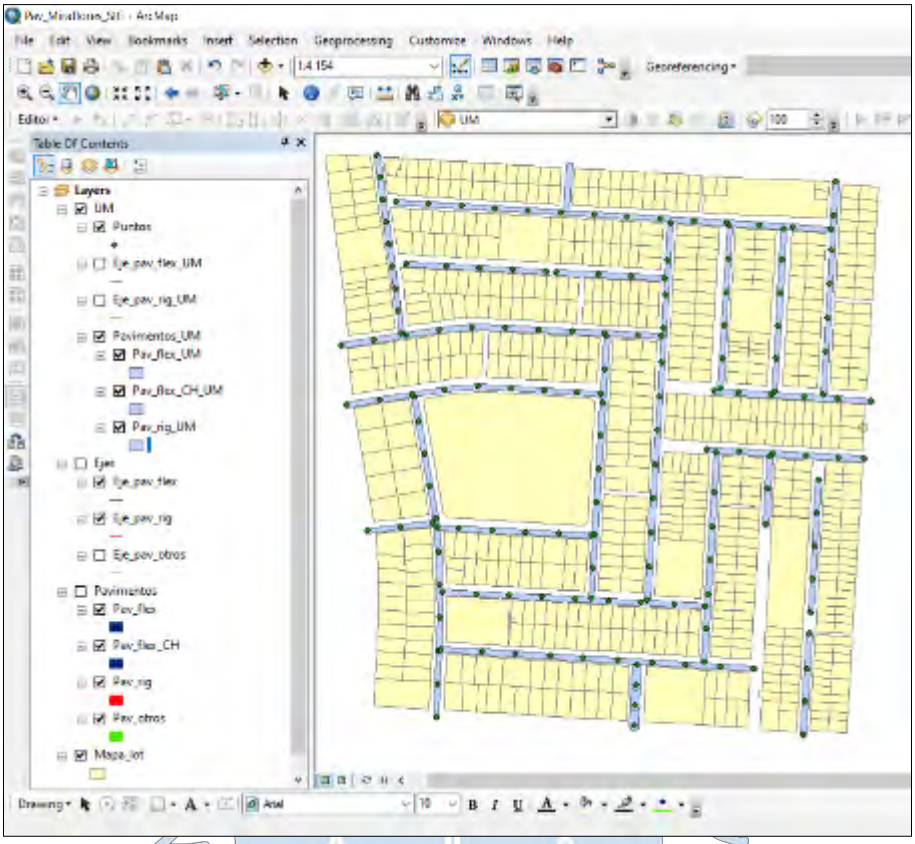
Representación de los pavimentos con su ancho de calzada



Se ha considerado representar también las vías separadas por sus respectivas unidades de muestra, para lo cual se ha creado un archivo shape, de tipo punto, en el que se almacenan los puntos correspondientes a los vértices de las unidades de muestra de los pavimentos. Mediante la herramienta Construct Points se ubican los puntos dependiendo de las longitudes de las unidades de muestra de cada vía y a través de la herramienta Split Line at Point se separan las vías por cada unidad de muestra (ver Figura 78). Al igual que los pavimentos, las unidades de muestra también se han representado con su respectivo ancho de calzada, para una mejor visualización.

Figura 78

Separación de los pavimentos por unidades de muestra



La elaboración de los mapas temáticos se ha realizado en la vista de composición de mapa o Layout View de ArcMap. Las capas creadas en los pasos anteriores, se trabajan de tal forma de que se les asigne a las vías la simbología correspondiente para la representación de sus atributos, en consideración a la propiedad que se quiera analizar. Asimismo, se incorpora en el mapa: la leyenda, membrete, etiquetas, etc.

Se han elaborado seis mapas temáticos: el primero (M-01) corresponde al tipo de pavimento de la vía; el segundo (M-02), al PCI de la sección evaluada; el tercero (M-03), al PCI de cada unidad de muestra; el cuarto (M-04) a la falla principal de cada sección; el quinto (M-05), al cronograma de inspección de las secciones; y el sexto (M-06) a la distribución de las unidades de muestra en cada sección.

Todos los mapas temáticos resultantes se encuentran en el Apéndice G.

Capítulo 4

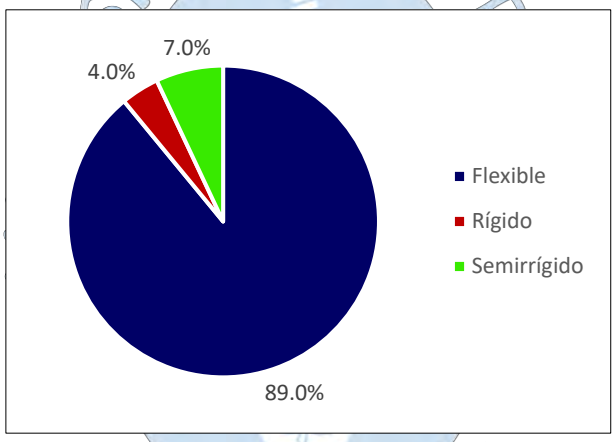
Análisis de resultados y propuestas de intervención

A partir de información geográfica recogida, y trabajada en el Capítulo 3, se ha obtenido como resultado los mapas temáticos del Apéndice G.

En el primer mapa (M-01) se observa la distribución de los pavimentos de la zona evaluada, según su tipo. Se tienen en total 5481m de pavimentos de los tres tipos, el 89% (4879.9m) son de tipo flexible, el 4% (217.3m) de tipo rígido y el 7% (383.8m) de tipo semirrígido (ver Figura 79). Sin embargo, de los 217.3m de pavimento rígido, solo se han evaluado 195.8m, correspondiente a la sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia), debido, a que las porciones de pavimento rígido de las calles Los Carlos y los Fresnos, no han sido evaluadas porque su número de losas está por debajo del tamaño estándar admisible.

Figura 79

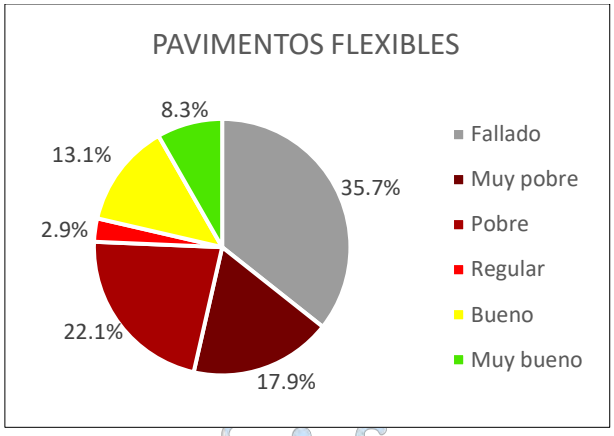
Porcentaje de pavimentos según su tipo



En el segundo mapa (M-02), se observan las secciones de pavimentos tematizadas según su estado de deterioro, determinado por su valor de PCI. De los pavimentos flexibles, se tiene: que hay un total de 1740.1m (35.7%) de longitud de pavimentos en estado fallado, 873.9m (17.9%) en estado muy pobre, 1078.8m (22.1%) en estado pobre, 143.4m (2.9%) en estado regular, 640.3m (13.1%) en estado bueno, y 403.4m (8.3%) en estado muy bueno (ver Figura 80). Respecto a la sección con pavimento rígido se tiene que toda su longitud, 195.8m, se encuentra en estado muy bueno.

Figura 80

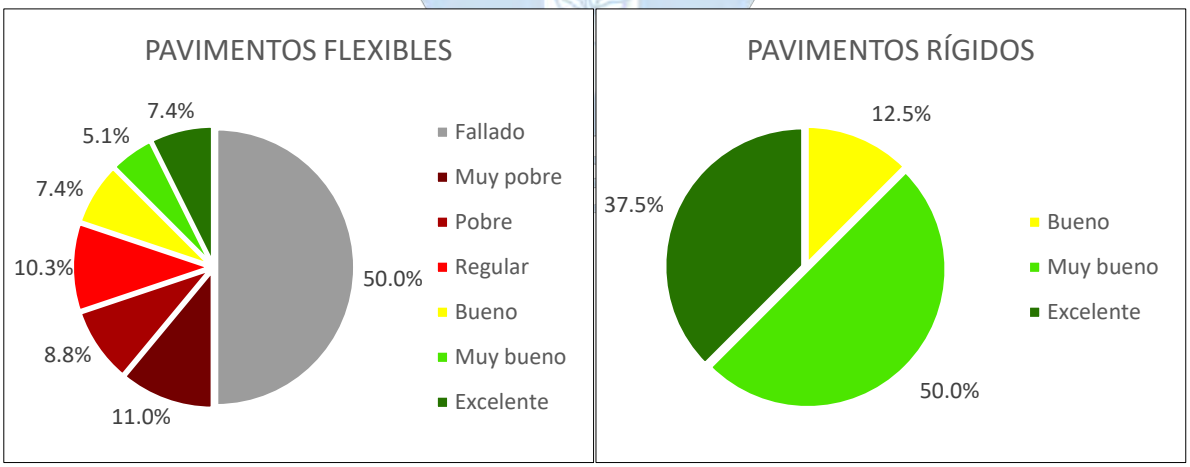
Porcentaje de pavimentos flexibles según el estado de la sección



El tercer mapa (M-03) muestra las unidades de muestra de cada sección tematizadas por su estado de deterioro, según su valor de PCI. De los pavimentos flexibles, se tienen un total de 136 unidades de muestra, de las cuales: 68 (50%) se encuentran en estado fallado, 15 (11%) en estado muy pobre, 12 (8.8%) en estado pobre, 14 (10.3%) en estado regular, 10 (7.4%) en estado bueno, siete (5.1%) en estado muy bueno, y 10 (7.4%) en estado excelente (ver Figura 81). La sección con pavimento rígido, se ha divido en ocho unidades de muestra, de las cuales: una (12.5%) se encuentra en estado bueno, cuatro (50%) en estado muy bueno, y tres (37.5%) en estado excelente.

Figura 81

Porcentaje de pavimentos según el estado de las unidades de muestra

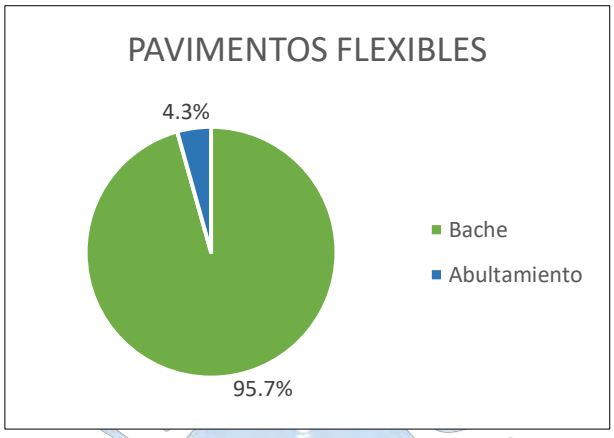


El cuarto mapa (M-04) tematiza los pavimentos según la falla principal que esté presente en la sección, es decir la falla que genera mayor incidencia en cálculo de los valores de PCI de la sección. Son tres las fallas principales presentes en los pavimentos evaluados; para pavimentos flexibles, se observa que hay 22 secciones (95.7%) cuyas fallas principales son los baches, siendo los de alta severidad los predominantes, y una sección (4.3%) cuya falla

principal es abultamiento (ver Figura 82); en la sección con pavimento rígido, la falla principal es losa dividida.

Figura 82

Porcentaje de pavimentos flexibles según su falla principal



A continuación, se presenta el análisis de resultados obtenidos, a partir de los mapas temáticos elaborados, y se proponen alternativas de solución para la conservación de los pavimentos de las secciones evaluadas, teniendo en cuenta la Tabla *1* y lo planteado por Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (1990). Para los pavimentos de las secciones que van a necesitar reconstrucción, teniendo en cuenta que la zona es considerada en alto riesgo de inundación, y se tienen antecedentes de mal comportamiento de los pavimentos ante lluvias de moderada a fuerte intensidad, es necesario que los nuevos diseños de consideren óptimos sistemas de drenaje. Además, se deben planificar actividades de mantenimiento periódico y rutinario a futuro, para que los pavimentos logren llegar al tiempo de duración para el que fueron diseñados, en las condiciones esperadas.

- **Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)**

De la Figura 83, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de sur a norte, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay ocho en estado fallado en la parte inicial y dos en estado regular en la parte final. El estado fallado de las unidades de muestra se explica por dos principales razones; la primera, es que, en la UM1, UM2, UM4 y UM5 la superficie de rodadura se ha desprendido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de fallas que han progresado hasta tal punto de generar extensas áreas ahuecadas entendidas como baches de alta severidad en el resto de unidades de muestra. Las unidades de muestra en estado regular, se deben a la existencia de parches de corte utilitario, realizados por trabajos sanitarios. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, se sugiere reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 83

Resumen de mapas temáticos sección Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

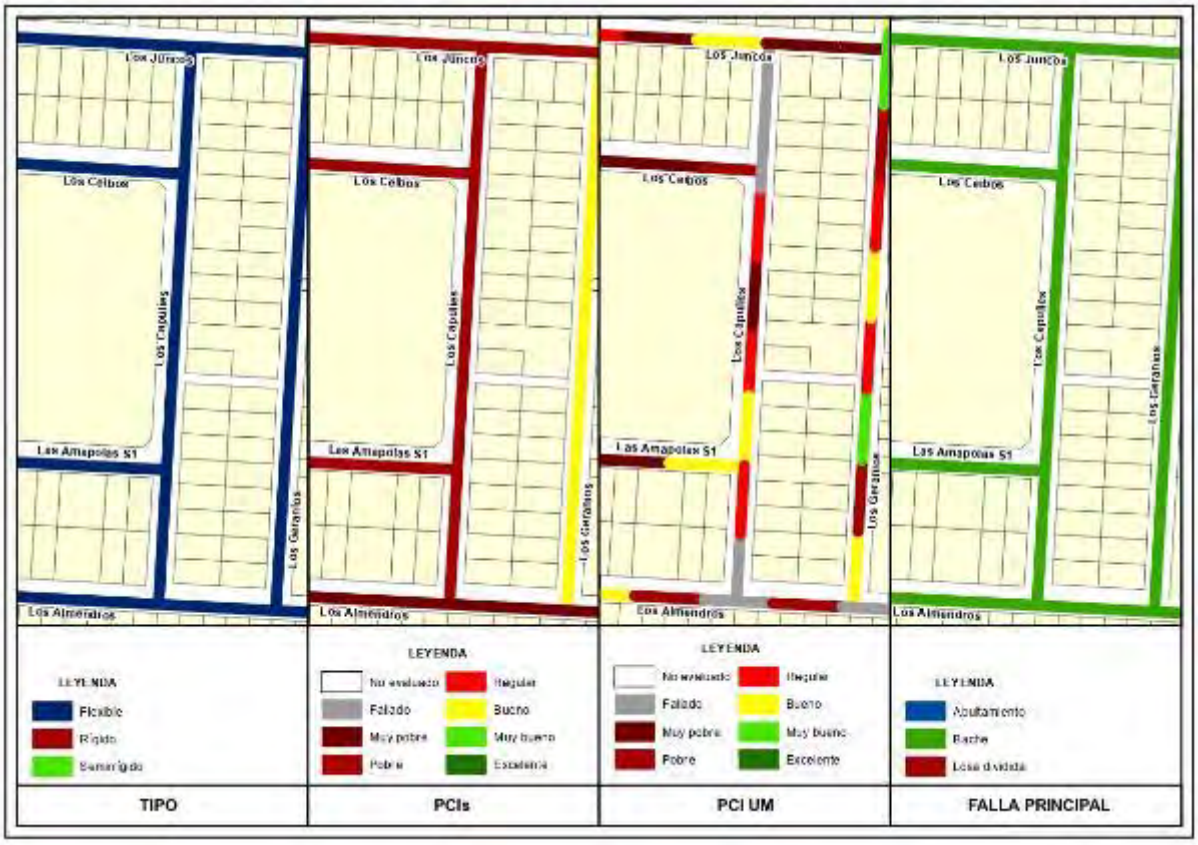
- **Los Capulíes**

De la Figura 84, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible en toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de norte a sur, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se observa que: hay tres unidades de muestra en estado fallado, una en estado muy pobre, tres en estado regular, y una en estado bueno. Los estados fallado y muy pobre de las unidades de muestra se deben a la presencia de grandes áreas ahuecadas, que han sido consideradas como baches de alta severidad; además, que en la UM18 se ha perdido prácticamente la totalidad de la superficie de rodadura. Las unidades de muestra en estado regular y bueno, obedecen a la presencia de parches de corte utilitario, realizados debido a trabajos sanitarios. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado pobre en que se encuentra la sección, a pesar de que haya una unidad de muestra en estado bueno, se observa en la superficie un estado de deterioro bastante avanzado, por lo que para esta sección se sugiere una reconstrucción total del pavimento.

Figura 84

Resumen de mapas temáticos sección Los Capulíes



- **Av. Cayetano Heredia**

De la Figura 85, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Cuenta con tres unidades de muestra, que han sido inspeccionadas de sur a norte, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: en la parte inicial y final tiene una unidad de muestra en estado fallado y en la parte central, una en estado muy pobre. Las unidades de muestra en estado fallado se deben a la presencia de baches de distinto nivel de severidad. La sección se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, se sugiere reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 85

Resumen de mapas temáticos sección Av. Cayetano Heredia

- **Los Geranios**

De la Figura 86, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de sur a norte, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay una en estado muy pobre, dos en estado pobre, dos en estado regular, tres en estado bueno, y tres en estado muy bueno. Las unidades de muestra con estado muy pobre y pobre se deben en mayor parte a la presencia de baches de alta intensidad; los estados regular, bueno y muy bueno, se deben en mayor medida a la presencia de áreas con desprendimiento de agregado. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado bueno en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

La sección se encuentra en estado bueno; por lo tanto, para corregir y evitar la evolución de las fallas presentes, se necesita la realización de actividades de mantenimiento en los pavimentos. Las actividades necesarias para esta sección se muestran en la

Tabla 12, según el tipo de falla, para cada nivel de severidad presente.

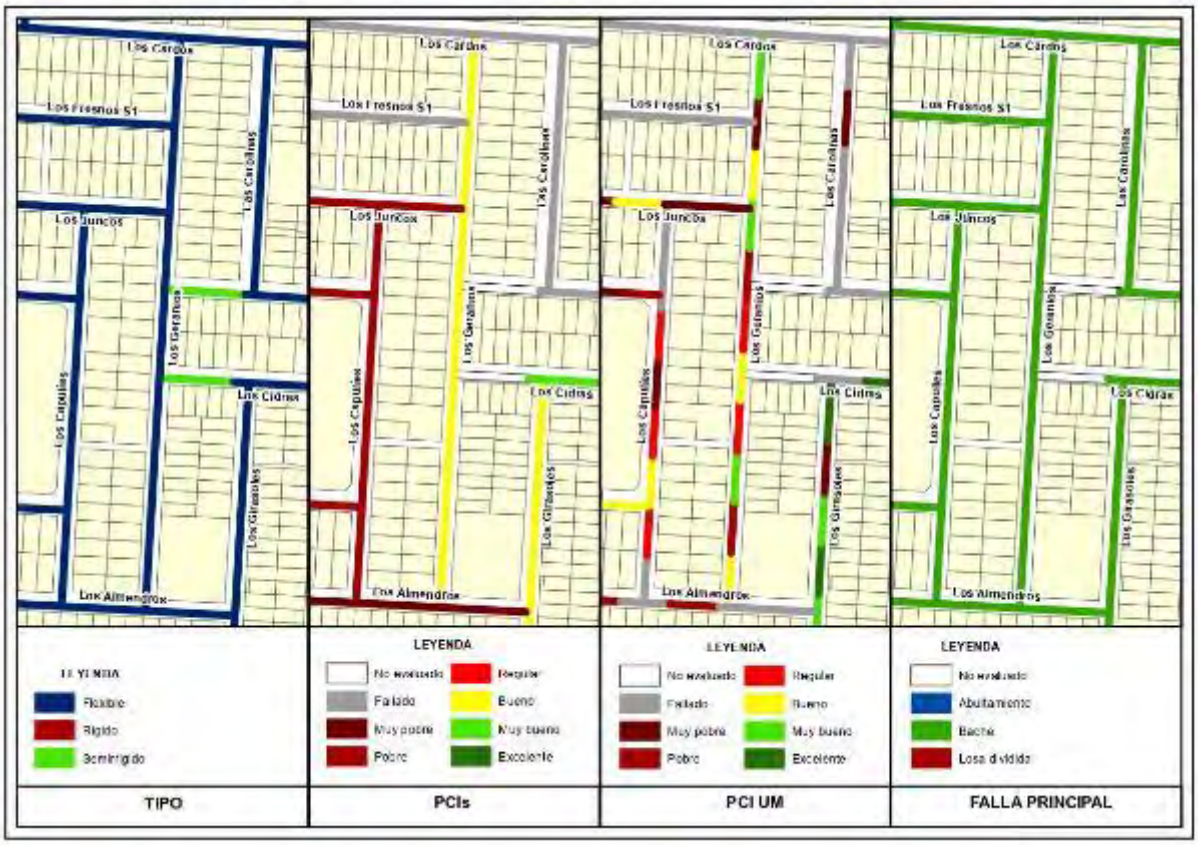
Tabla 12

Actividades de intervención en la sección Los Geranios

FALLA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD
Exudación	L	Ninguna acción	
Abultamiento	M	Ninguna acción y vigilar la evolución	
Fisura de borde	H	Escarificación del pavimento en bordes y reconstrucción con tratamiento superficial asfáltico	Rehabilitación
Parche de corte utilitario	M	Ninguna acción	
Bache	L	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	M	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	H	Bacheo parcial o bacheo profundo	Mantenimiento rutinario
Desprendimiento de agregado	M	Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal)	Mantenimiento rutinario
	H	Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal)	Mantenimiento rutinario

Figura 86

Resumen de mapas temáticos sección Los Geranios



- **Los Girasoles**

De la Figura 87, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de sur a norte, y según el estado de pavimento, se tiene que: hay una en estado fallado, una en estado muy pobre, dos en estado muy bueno y dos en estado excelente. Las unidades de muestra con estado fallado y muy pobre, se deben principalmente a la presencia de baches de alta severidad; el estado muy bueno, se debe en mayor medida a la presencia de baches de mediana intensidad y a parches de corte utilitario; en las unidades de muestra en estado excelente no se han encontrado fallas en el pavimento. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado bueno en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

La sección se encuentra en estado bueno, por lo tanto, para corregir y evitar la evolución de las fallas presentes, se necesita la realización de actividades de mantenimiento en el pavimento. Las actividades sugeridas para esta sección se muestran en la Tabla 13, según el tipo de falla, para cada nivel de severidad presente.

Tabla 13

Actividades de intervención en la sección Los Girasoles

FALLA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD
Abultamiento	M	Ninguna acción y vigilar la evolución	

Depresión	M	Bacheo Superficial	Mantenimiento Rutinario
Parche de corte utilitario	M	Ninguna acción	
Bache	M	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	H	Bacheo parcial o bacheo profundo	Mantenimiento rutinario

Figura 87

Resumen de mapas temáticos sección Los Girasoles

- **Las Carolinas**

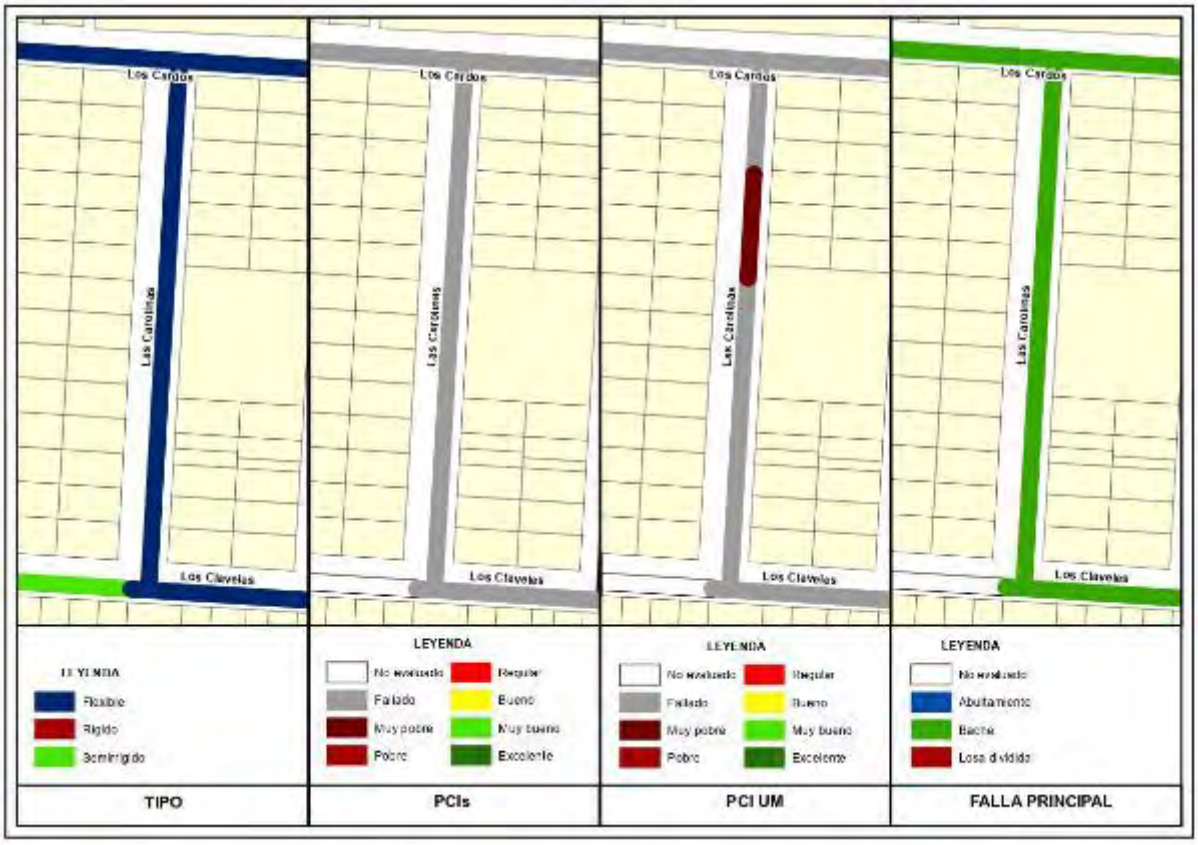
De la Figura 88, la sección cuenta con pavimento de tipo flexible en toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de norte a sur, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay cuatro en estado fallado y una en estado muy pobre. La condición de las unidades de muestra se explica por dos principales razones; la primera, es que en la UM41 y UM42, la superficie de rodadura se ha perdido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de fallas que han progresado hasta tal punto de generar grandes áreas ahuecadas entendidas como baches de alta severidad en el resto de unidades de muestra. Respecto al estado del pavimento según el

PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, se sugiere reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 88

Resumen de mapas temáticos sección Las Carolinas



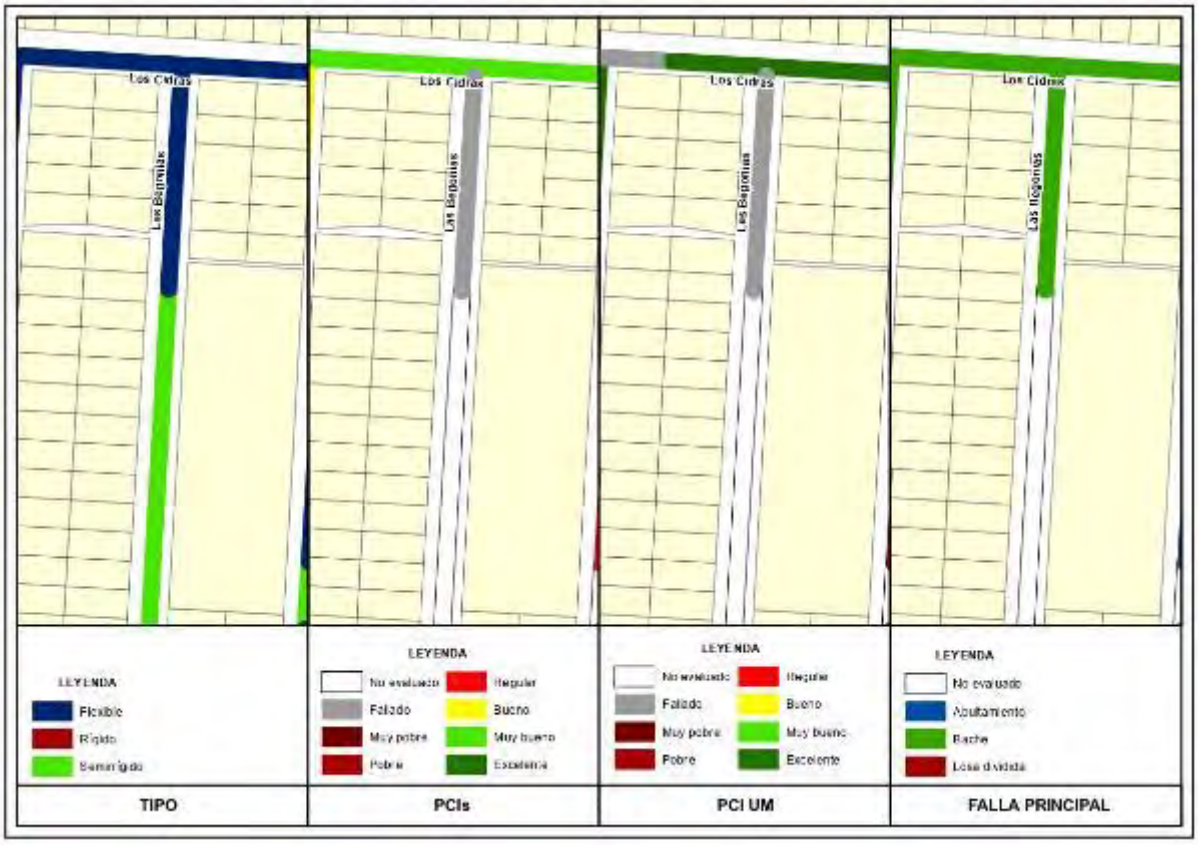
- **Las Begonias**

De la Figura 89, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Cuenta con tres unidades de muestra, que han sido inspeccionadas de norte a sur, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, ambas se encuentran en estado fallado, debido principalmente a la presencia de baches de alta severidad. La sección se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, se sugiere reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 89

Resumen de mapas temáticos sección Las Begonias



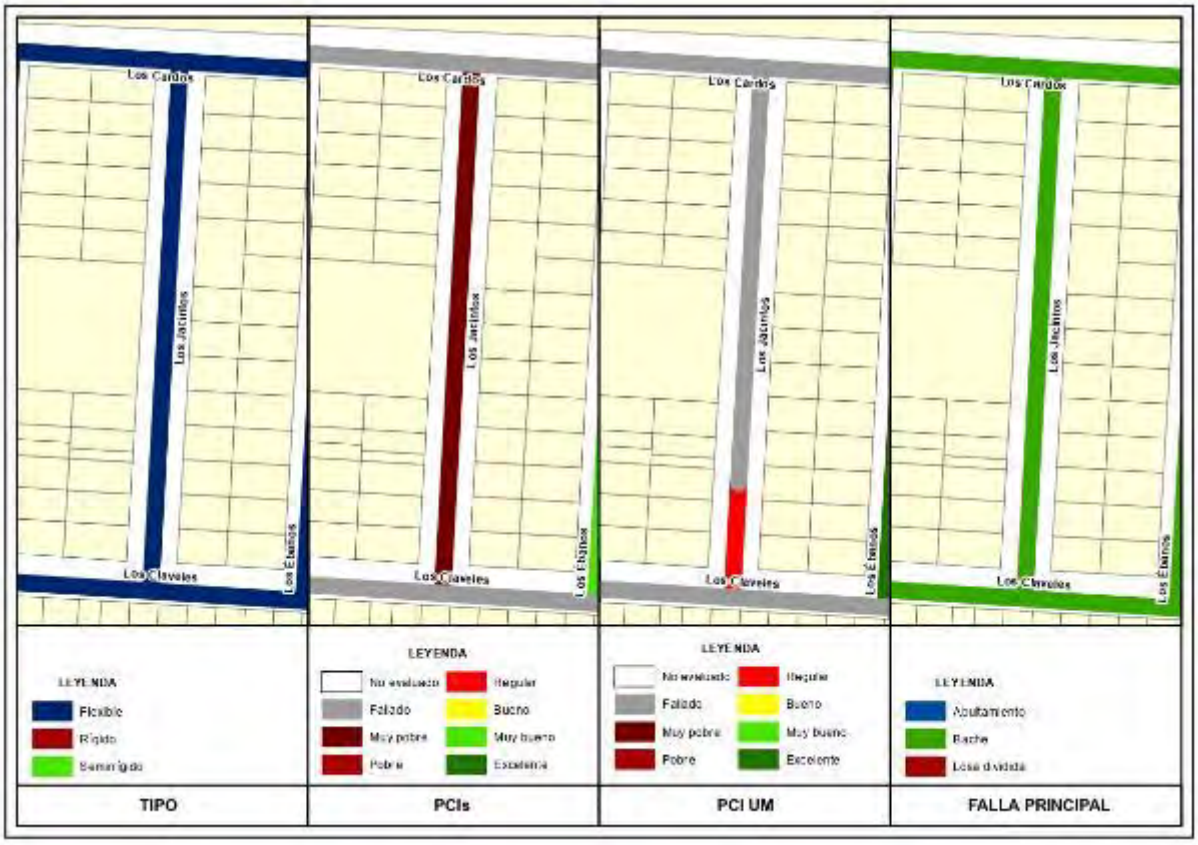
- **Los Jacintos**

En la Figura 90, la sección cuenta con pavimento de tipo flexible en toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de sur a norte, y según el estado de pavimento, se tiene: cuatro en estado fallado y una en estado regular. Las unidades de muestra en estado fallado, se deben mayormente a baches de mediana y alta severidad, y a parches de corte utilitario. La unidad de muestra en estado regular se debe a la presencia de parches de corte utilitario. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado muy pobre en que se encuentra la sección, se sugiere reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 90

Resumen de mapas temáticos sección Los Jacintos



- **Camelias S1**

De la Figura 91, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de sur a norte, y según el estado de pavimento de las unidades de muestra, se tiene: dos en estado fallado y una en estado muy pobre. Las unidades de muestra de estado fallado y muy pobre se deben a la incidencia de baches de los distintos niveles de severidad, parches, y desprendimiento de agregado. Respecto al estado del pavimento según el PCI total de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y su falla principal son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se sugiere es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

- **Camelias S2**

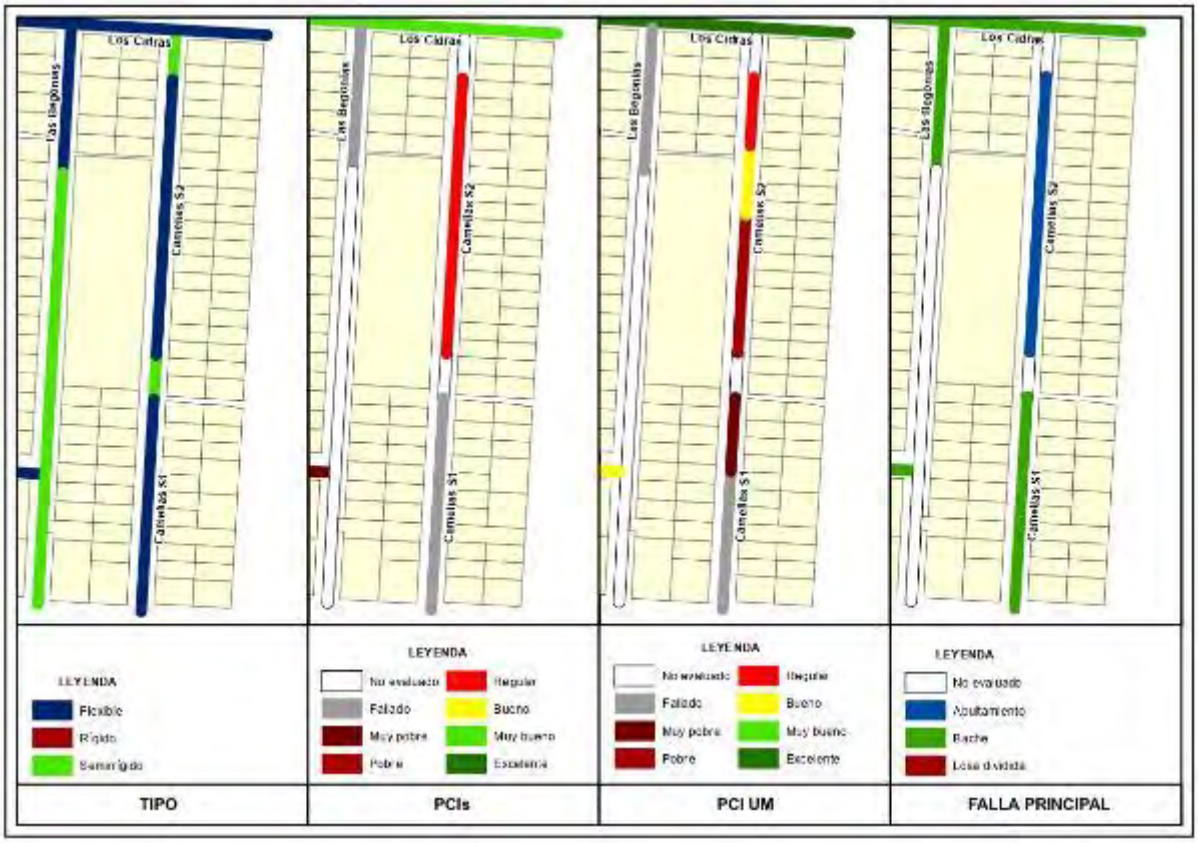
De la Figura 91, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de sur a norte, y según el estado de pavimento, se tiene que: hay dos en estado pobre, uno en estado regular y uno en estado bueno. Las unidades de muestra de estado pobre se deben a la presencia de baches de distintos niveles de severidad, y fisuras de borde; la unidad de

muestra de estado regular se debe principalmente a fallas como exudación y abultamiento; y la unidad de muestra de estado bueno se debe a fallas como exudación y baches de baja severidad. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado regular en toda su longitud y la falla más influyente en la sección es el abultamiento.

El pavimento se encuentra en estado regular, por lo que para su conservación, se recomienda rehabilitar la totalidad del pavimento de la sección.

Figura 91

Resumen de mapas temáticos sección Camelias S1 y S2



- **Los Ébanos**

De la Figura 92, según su tipo, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de norte a sur, y según el estado de pavimento de las unidades de muestra, se tiene: uno en estado fallado, uno en estado muy bueno y cuatro en estado excelente. La unidad de muestra de estado fallado se debe a la presencia de baches de mediana y alta severidad; la unidad de muestra en estado muy bueno se debe a la incidencia de las fallas como baches, depresión y parches de corte utilitario; y las unidades de muestra en estado excelente, no presentan fallas. Respecto al estado del pavimento según el PCI total de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy bueno en toda su longitud y su falla principal son los baches.

La sección se encuentra en estado muy bueno, por lo tanto, para prevenir la evolución de alguna falla presente, se necesita la realización de actividades de mantenimiento. Las actividades sugeridas para esta sección se muestran en la Tabla 14 , según el tipo de falla, para cada nivel de severidad presente.

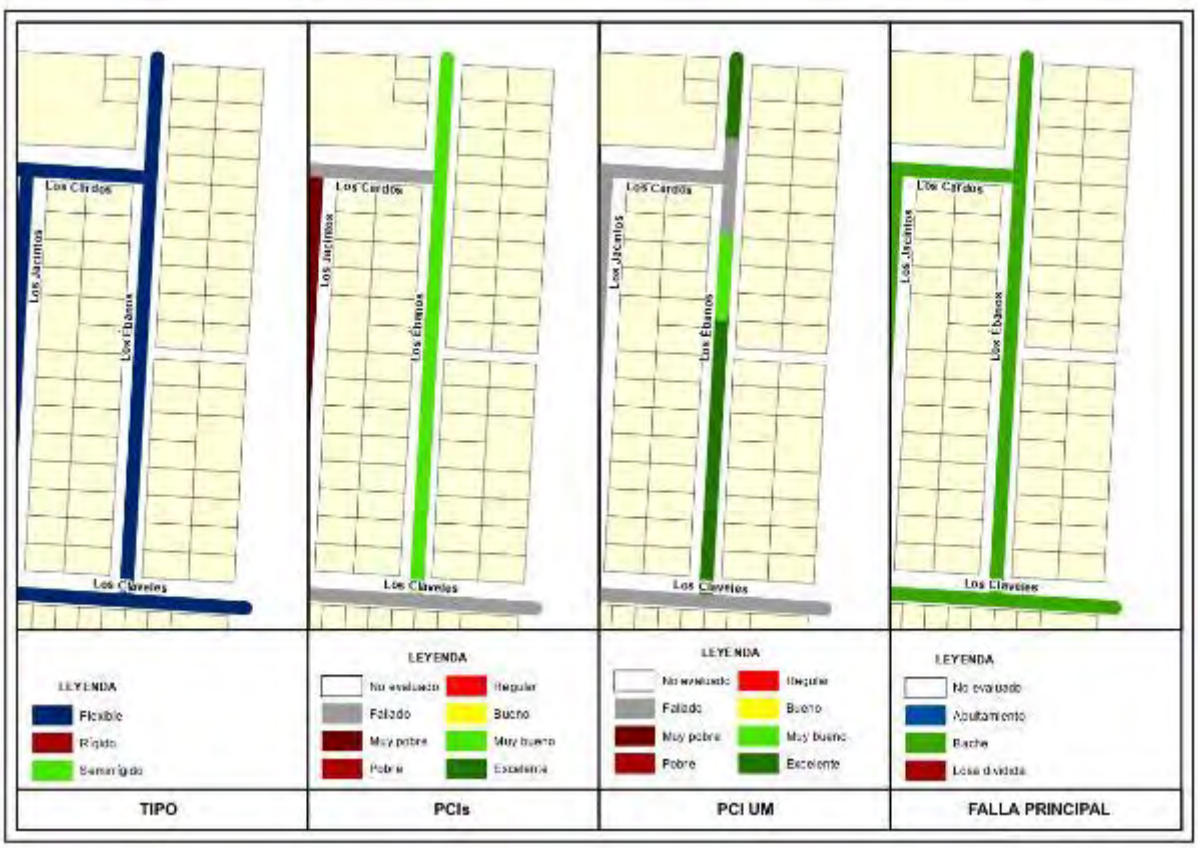
Tabla 14

Actividades de intervención en la sección Los Ébanos

FALLA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD
Exudación	L	Ninguna acción	
Abultamiento	H	Bacheo profundo	Mantenimiento Rutinario
Fisura de borde	L	Ninguna acción	
Parche de corte utilitario	M	Ninguna acción	
Bache	L	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	M	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	H	Bacheo parcial o bacheo profundo	Mantenimiento rutinario

Figura 92

Resumen de mapas temáticos sección Los Ébanos



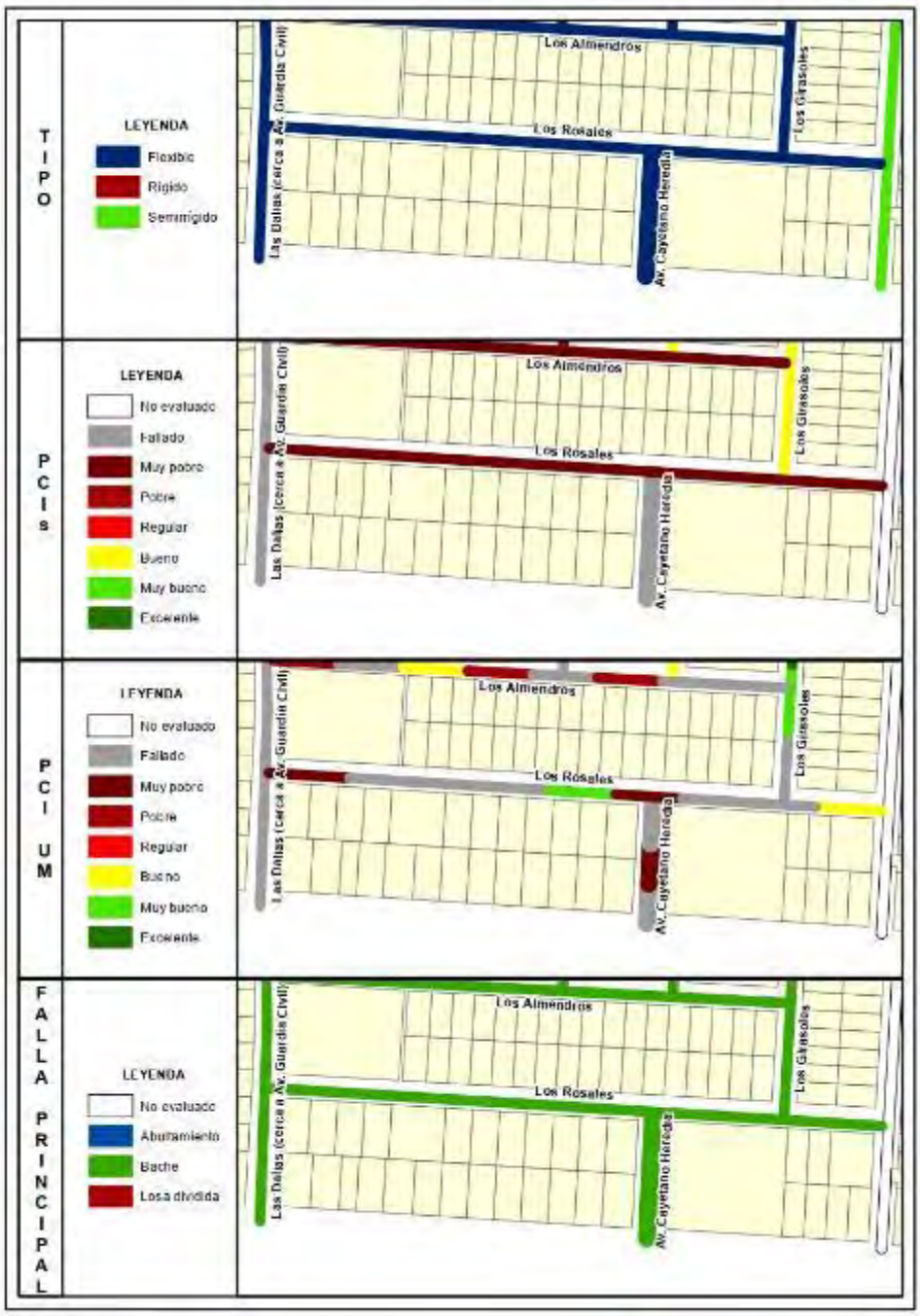
- **Los Rosales**

De la Figura 93, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de este a oeste, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay cinco en estado fallado, dos en estado muy pobre, una en estado bueno, y una en estado muy bueno. Los estados fallado y muy pobre de las unidades de muestra se explican por dos principales razones; la primera, es que, en la UM69, UM70, y UM71 la superficie de rodadura se ha perdido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de fallas que han progresado hasta tal punto de generar extensas áreas ahuecadas entendidas como baches de alta severidad en el resto de unidades de muestra. Las unidades de muestra en estado bueno y muy bueno, se deben a la existencia de parches de corte utilitario, realizados por trabajos sanitarios. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado muy pobre en que se encuentra la sección, lo que se tiene que hacer es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 93

Resumen de mapas temáticos sección Los Rosales



- **Los Almendros**

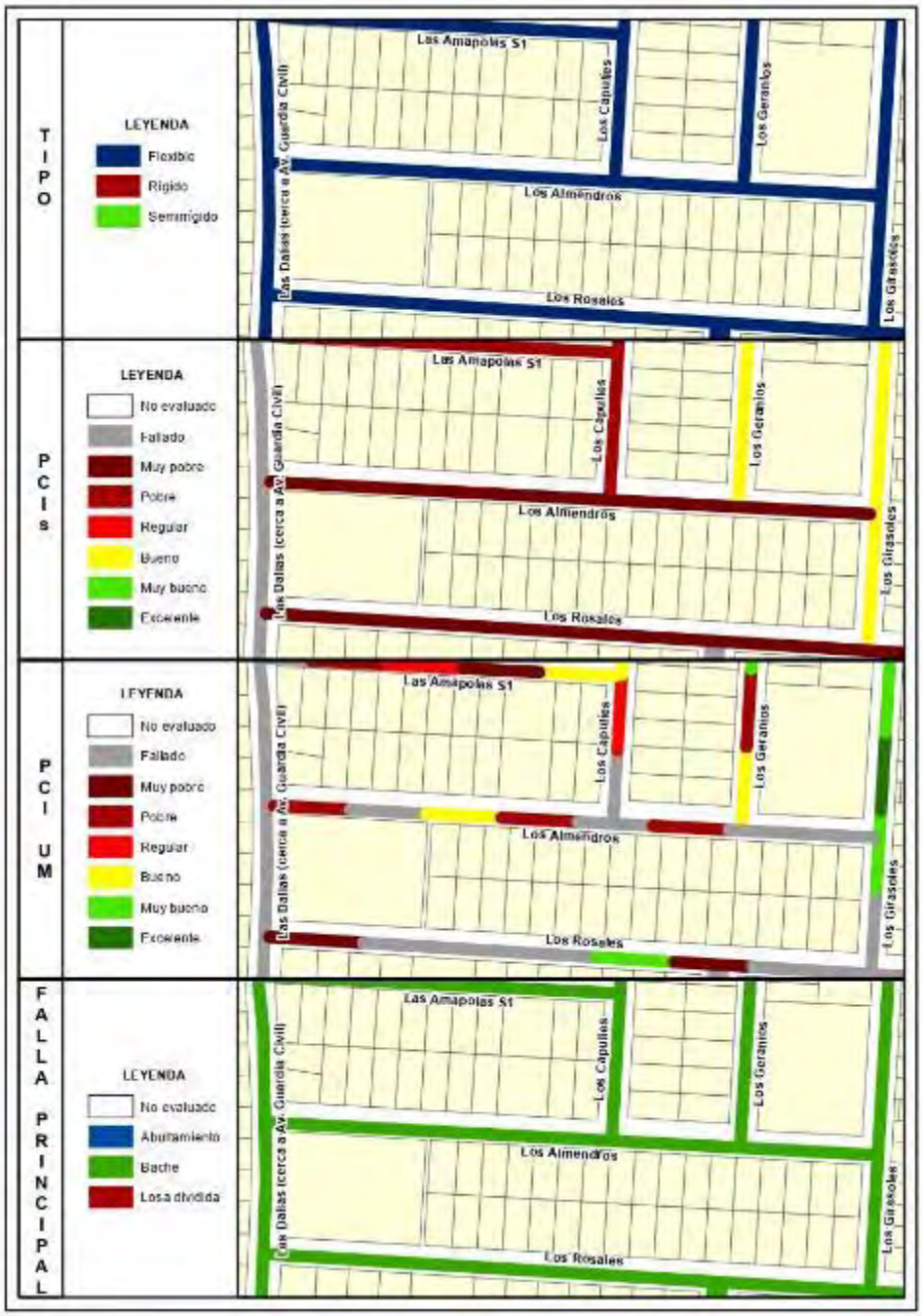
De la Figura 94, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de oeste a este, y según el estado de pavimento, se tiene que: hay cuatro en estado fallado, tres en estado pobre y uno en estado bueno. Las unidades de muestra de estado fallado se deben a la presencia de baches de mediana y alta severidad, y parches de corte utilitario; las unidades de muestra de estado pobre se deben a baches de distintos niveles de severidad,

parches de corte utilitario y fisuras longitudinales; la unidad de muestra en estado bueno se debe únicamente a la presencia de parches de corte utilitario. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado muy pobre en que se encuentra la sección, a pesar de tener una unidad de muestra en estado bueno, se observa en la superficie un estado de deterioro bastante avanzado, por lo que se sugiere una reconstrucción total del pavimento.

Figura 94

Resumen de mapas temáticos sección Los Almendros



- **Las Amapolas S1**

De la Figura 95, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Cuenta con cinco unidades de muestra, que han sido inspeccionadas de este a oeste, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay una unidad de muestra para cada estado desde fallado a bueno. Los estados de fallado a pobre, se deben a la presencia de baches de alta severidad y los estados regular y bueno, se deben a la presencia de parches de corte utilitario de mediana severidad, realizaron por trabajos sanitarios. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado pobre en que se encuentra la sección, a pesar de que haya una unidad de muestra en estado bueno, se observa en la superficie un estado de deterioro bastante avanzado, por lo que para esta sección se sugiere una reconstrucción total del pavimento.

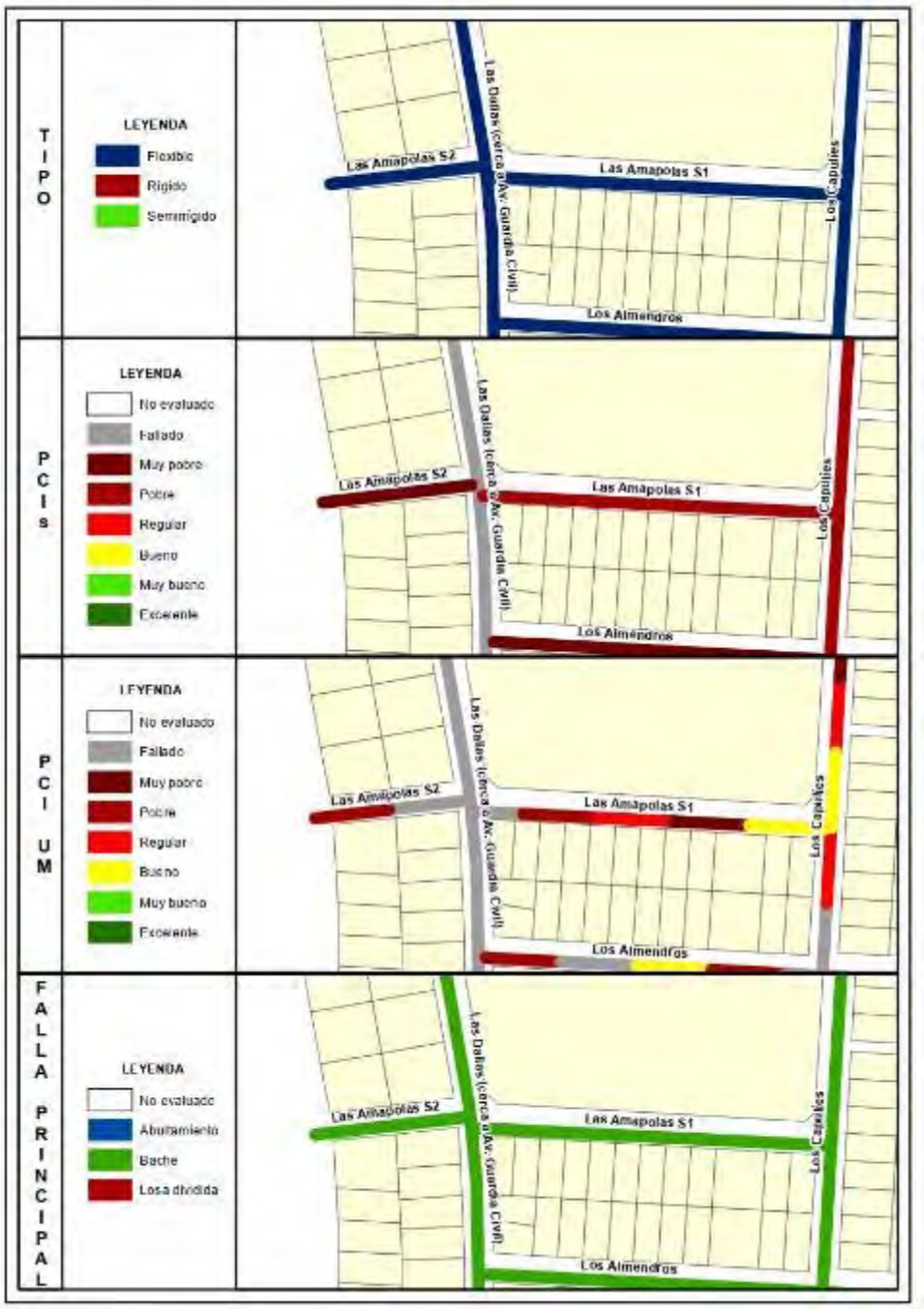
- **Las Amapolas S2**

De la Figura 95, la sección cuenta con pavimento de tipo flexible en toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de este a oeste, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay una en estado fallado y una es estado pobre, ambos estados debidos a la presencia de baches de alta severidad. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se tiene que hacer es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 95

Resumen de mapas temáticos sección Las Amapolas S1 y S2



- **Los Cidras**

De la Figura 96, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de oeste a este, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay una en estado fallado y cuatro en estado excelente. El estado fallado se debe a la presencia de baches de alta severidad. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se

puede observar que se encuentra en estado muy bueno en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

La sección se encuentra en estado muy bueno, por lo tanto, para prevenir la evolución de alguna falla presente, se necesita la realización de actividades de mantenimiento. Las actividades sugeridas para esta sección se muestran en la Tabla 15, según el tipo de falla, para cada nivel de severidad presente.

Tabla 15

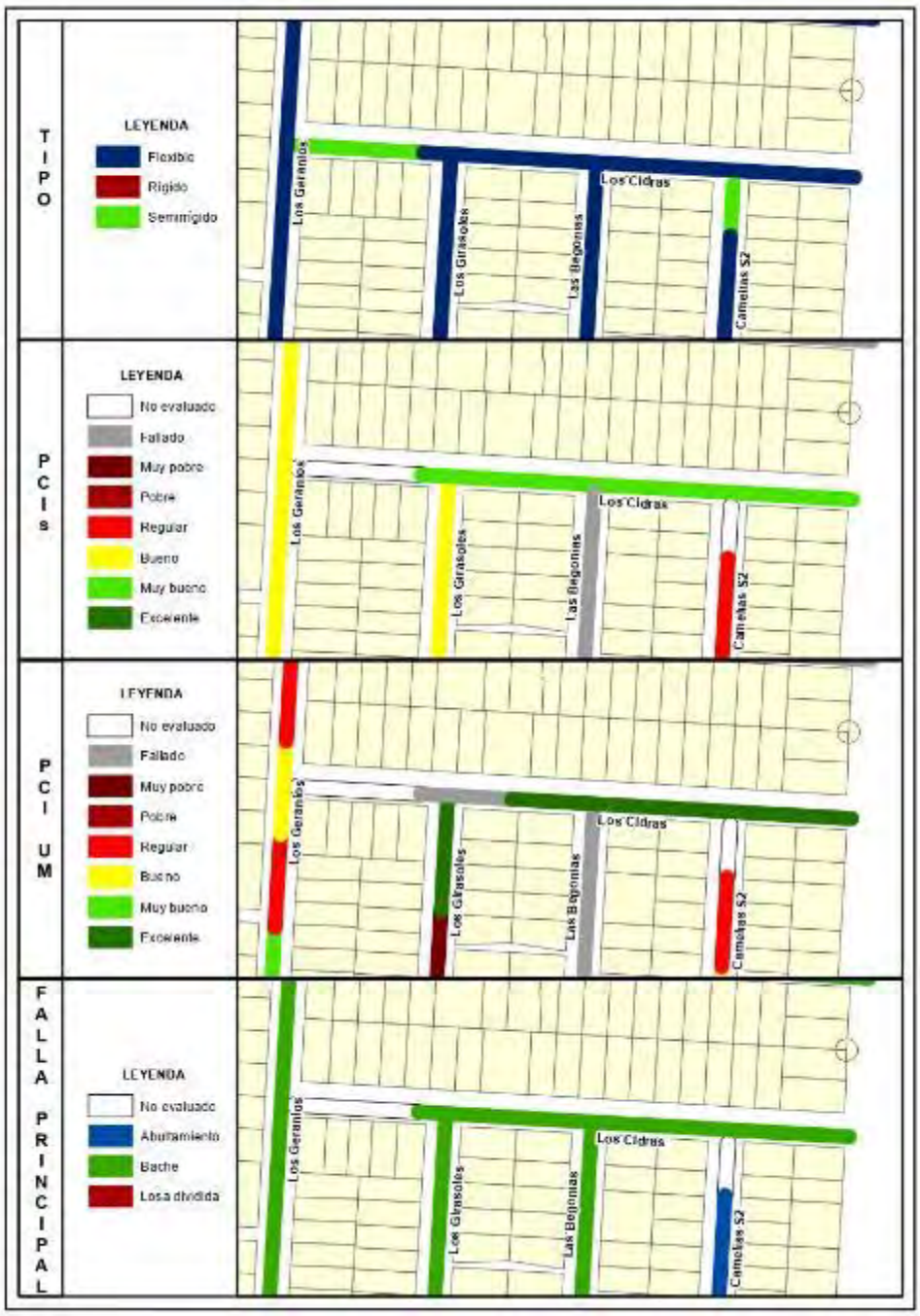
Actividades de intervención en la sección Los Cidras

FALLA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD
Parche de corte utilitario	M	Ninguna acción	
Bache	M	Bacheo superficial	Mantenimiento rutinario
	H	Bacheo parcial o bacheo profundo	Mantenimiento rutinario
Desprendimiento de agregado	M	Sellado de la superficie afectada con lechada asfáltica (slurry seal)	Mantenimiento rutinario

UNIVERSITAS PIURENSIS

Figura 96

Resumen de mapas temáticos sección Los Cidras



- **Los Ceibos**

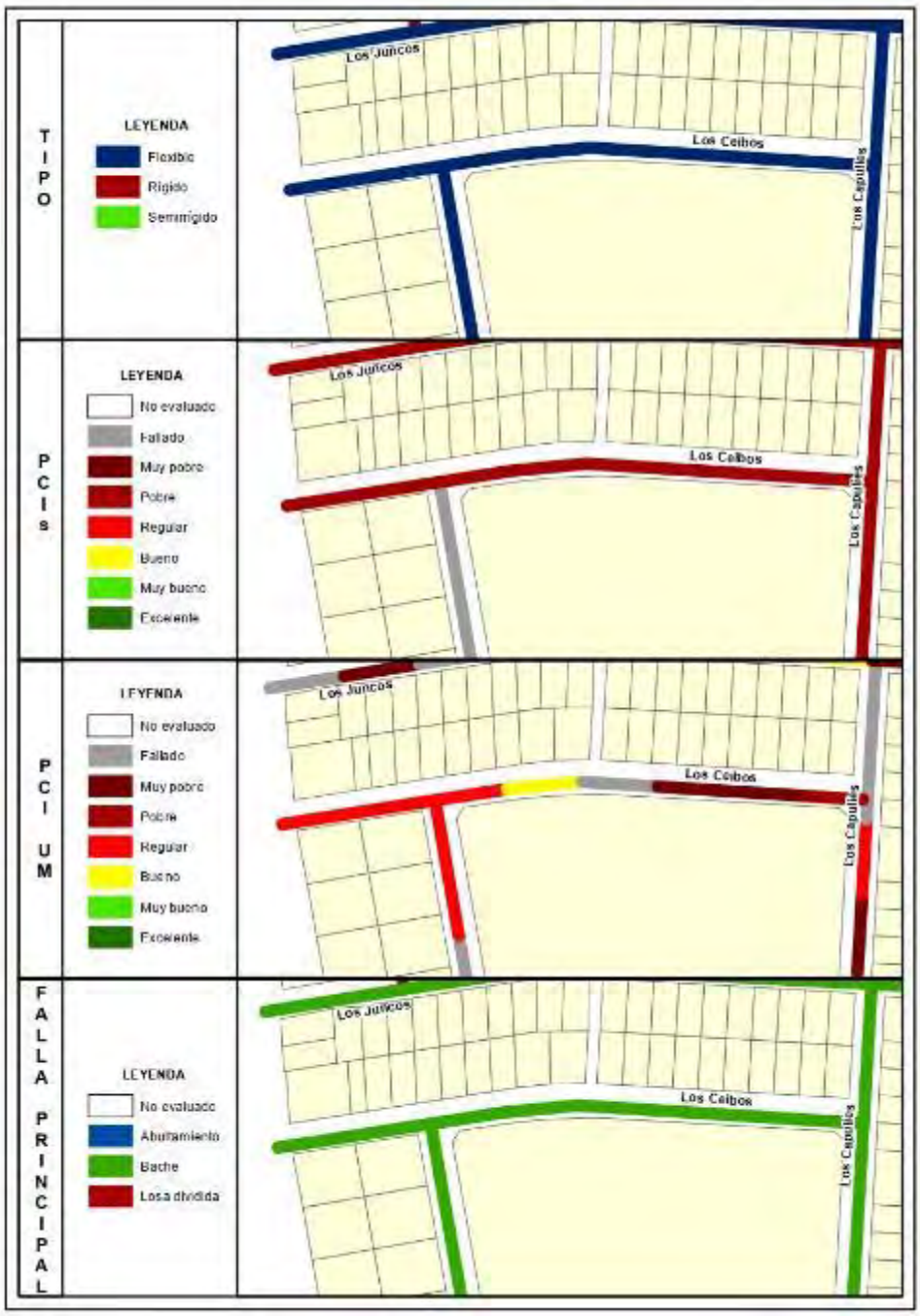
De la Figura 97, según su tipo, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de las unidades de muestra de la sección se realizó de oeste a este, y según el estado de pavimento de las unidades de muestra, se tiene: una en estado fallado, dos en estado muy pobre, una en estado pobre, tres en estado regular y una en estado bueno. La unidad de muestra de estado fallado se debe a la incidencia de baches de mediana y alta severidad, y parches de corte utilitario; las unidades de muestra de estado muy pobre y

pobre se deben a la presencia de baches de mediana y alta severidad, parches de corte utilitario, piel de cocodrilo y desprendimiento de agregados; las unidades de muestra en estado regular se deben a parches de corte utilitario, hinchamiento y depresión; y la unidad de muestra en estado bueno se debe únicamente a la presencia de parches de corte utilitario. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado pobre en que se encuentra la sección, a pesar de tener una unidad de muestra en estado bueno, se observa en la superficie un estado de deterioro bastante avanzado, por lo que para esta sección se sugiere una reconstrucción total del pavimento.

Figura 97

Resumen de mapas temáticos sección Los Ceibos



- **Los Claveles**

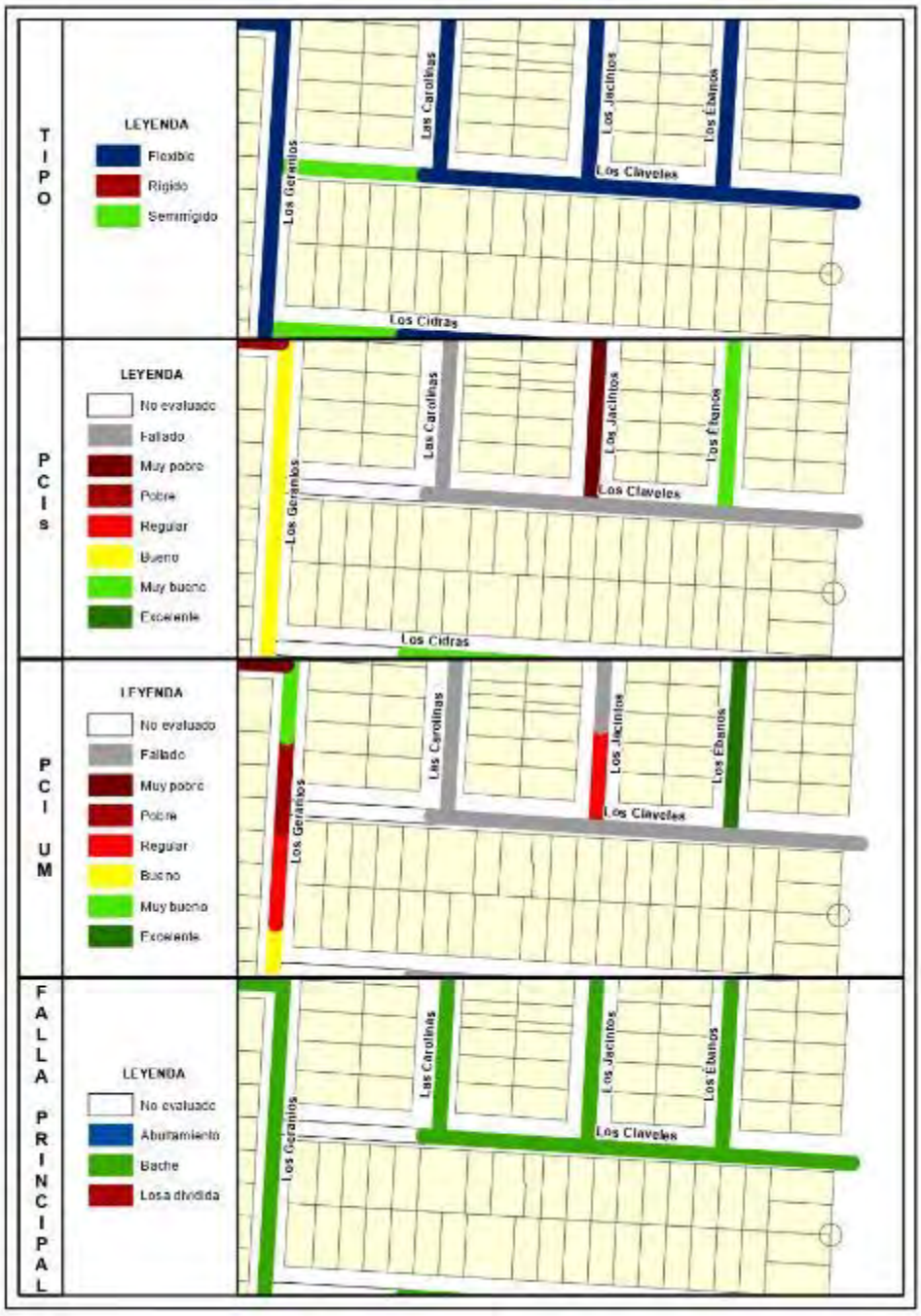
De la Figura 98, según su tipo, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Hay cinco unidades de muestra en la sección, que han sido inspeccionadas de oeste a este. Todas las unidades de muestra en la sección se encuentran en estado fallado y se deben a que la evolución de las fallas ha provocado al desprendimiento de la superficie de rodadura del pavimento casi en su totalidad. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y

que a pesar de que la superficie del pavimento se haya perdido prácticamente en su totalidad, se puede determinar de la inspección que las fallas más influyentes en la sección habrían sido los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se sugiere es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 98

Resumen de mapas temáticos sección Los Claveles



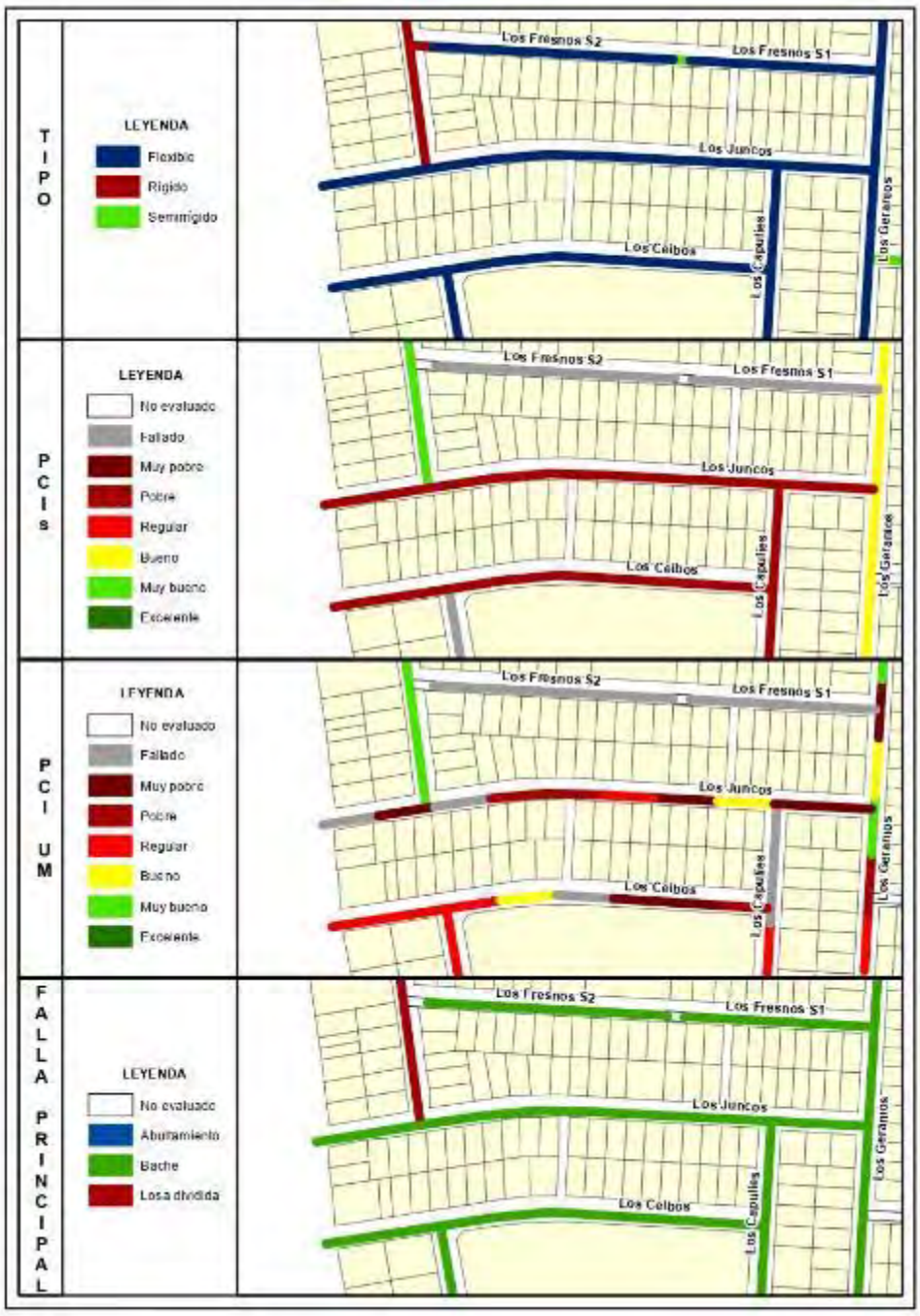
- **Los Juncos**

De la Figura 99, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de oeste a este, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay dos en estado fallado, cuatro en estado muy pobre, dos en estado pobre, una en estado regular, y una en estado bueno. Los estados de fallado a pobre, se deben sobre todo a la presencia de baches de alta severidad, y los estados regular y bueno, a la presencia de parches de corte utilitario de diferente nivel de severidad. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado pobre en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado pobre en que se encuentra la sección, a pesar de que haya una unidad de muestra en estado bueno, se observa en la superficie un estado de deterioro bastante avanzado, por lo que para esta sección se sugiere una reconstrucción total del pavimento.

Figura 99

Resumen de mapas temáticos sección Los Juncos



- **Los Fresnos S1**

De la Figura 100, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Hay tres unidades de muestra en la sección, que han sido inspeccionadas de este a oeste y que se encuentran todas en estado fallado. El estado fallado de las unidades de muestra se explica por dos principales razones; la primera, es que, en la UM116 la superficie de rodadura se ha desprendido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de fallas que han progresado hasta tal punto de generar extensas

áreas ahuecadas entendidas como baches de alta severidad en las unidades de muestra restantes. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se sugiere es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

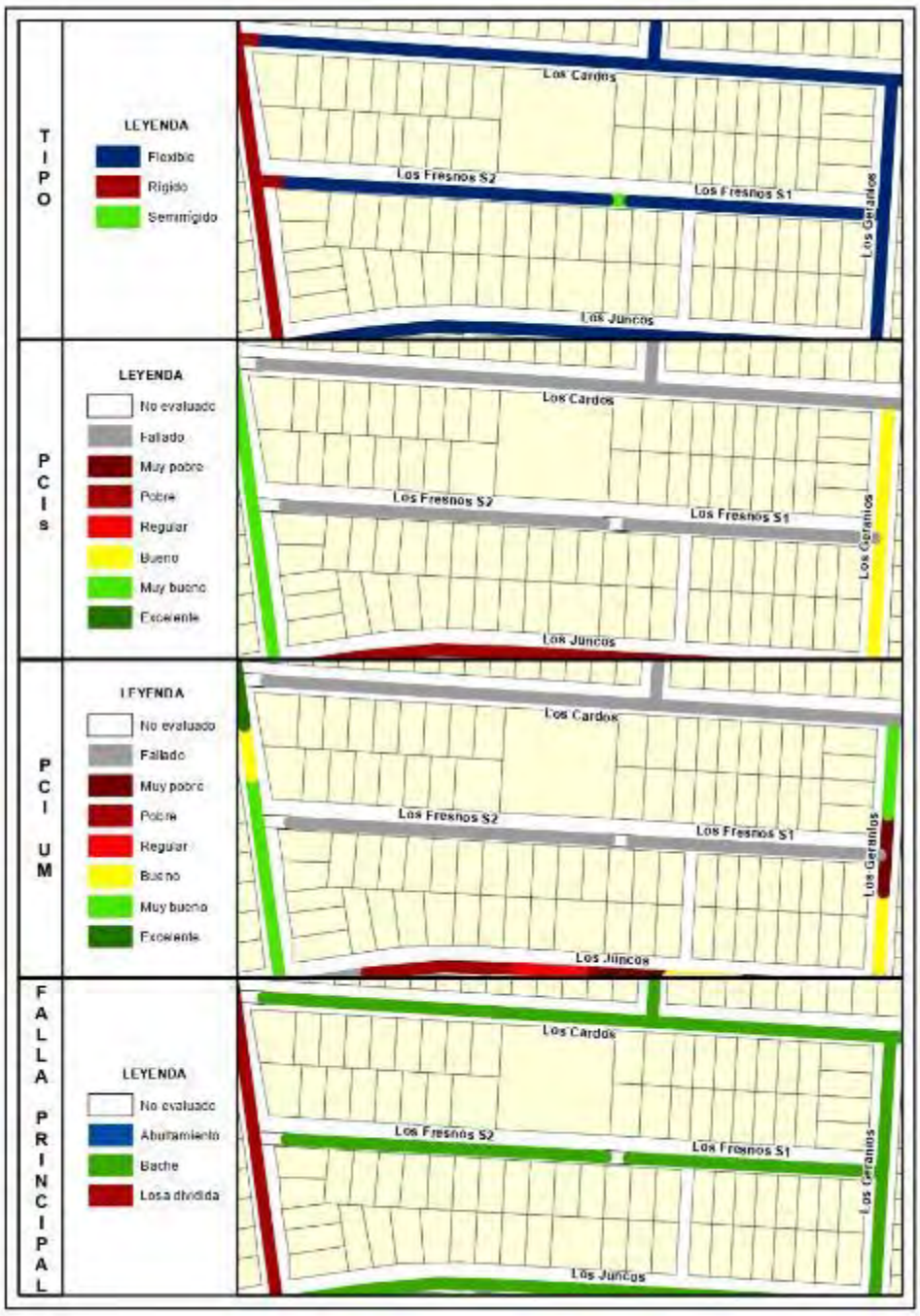
- **Los Fresnos S2**

De la Figura 100, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Hay cuatro unidades de muestra en la sección, que han sido inspeccionadas de este a oeste y que se encuentran todas en estado fallado. El estado fallado de las unidades de muestra se explica por dos principales razones; la primera, es que, en la UM119 y UM120 la superficie de rodadura se ha desprendido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de baches de mediana o alta severidad en las unidades de muestra restantes. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se sugiere es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 100

Resumen de mapas temáticos sección Los Fresnos S1 y S2



- **Los Cardos**

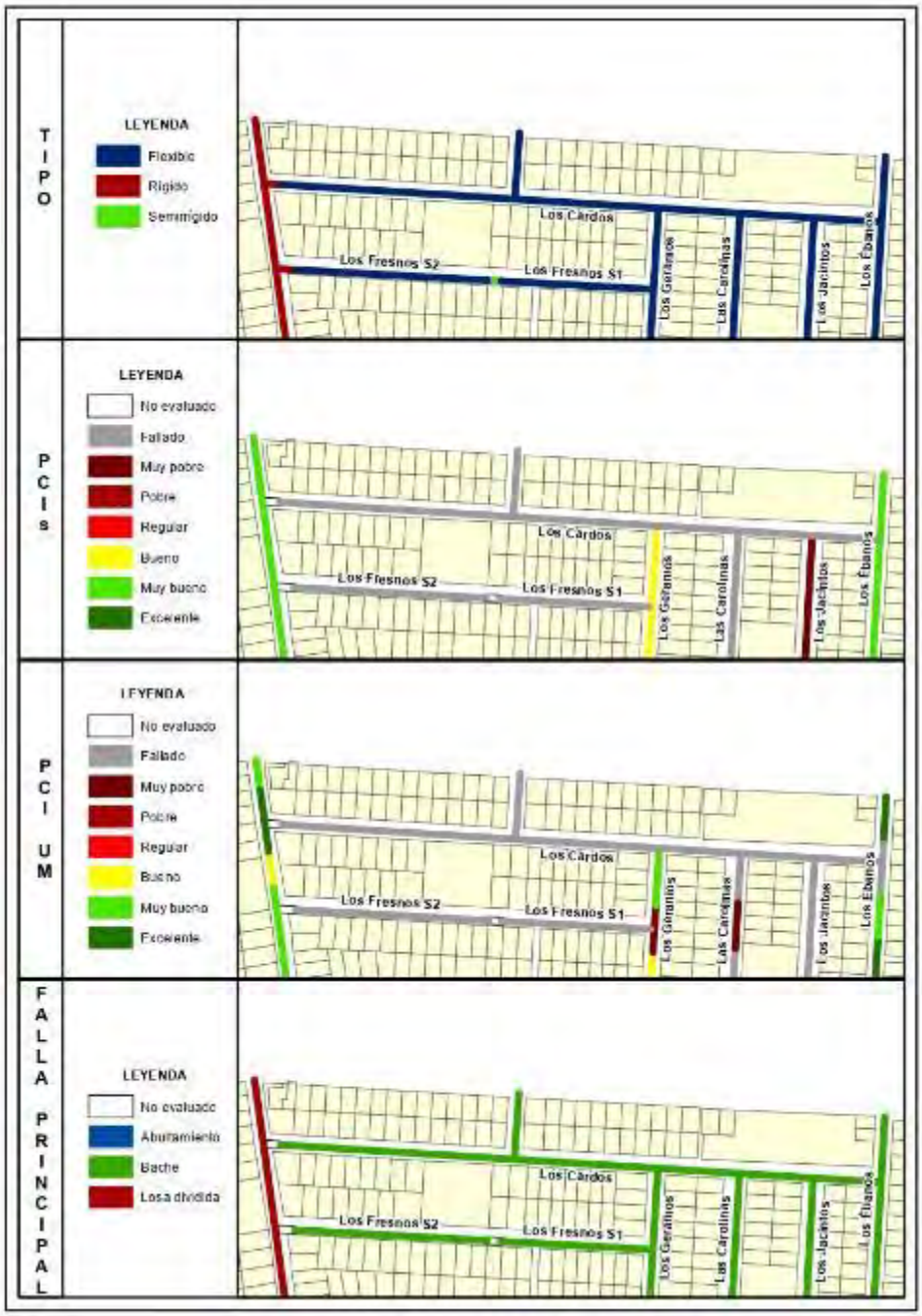
De la Figura 101, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. Todas las unidades de muestra de la sección se encuentran en estado fallado, y fueron inspeccionadas de oeste a este. El estado fallado de las unidades de muestra se explica por dos principales razones; la primera, es que en la UM129 y UM130 la superficie de rodadura se ha desprendido prácticamente en su totalidad; la segunda, es la presencia de fallas que han progresado hasta tal punto de generar extensas áreas ahuecadas

entendidas como baches de alta severidad en el resto de unidades de muestra. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y las fallas más influyentes en la sección son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se tiene que hacer es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 101

Resumen de mapas temáticos sección Los Cardos



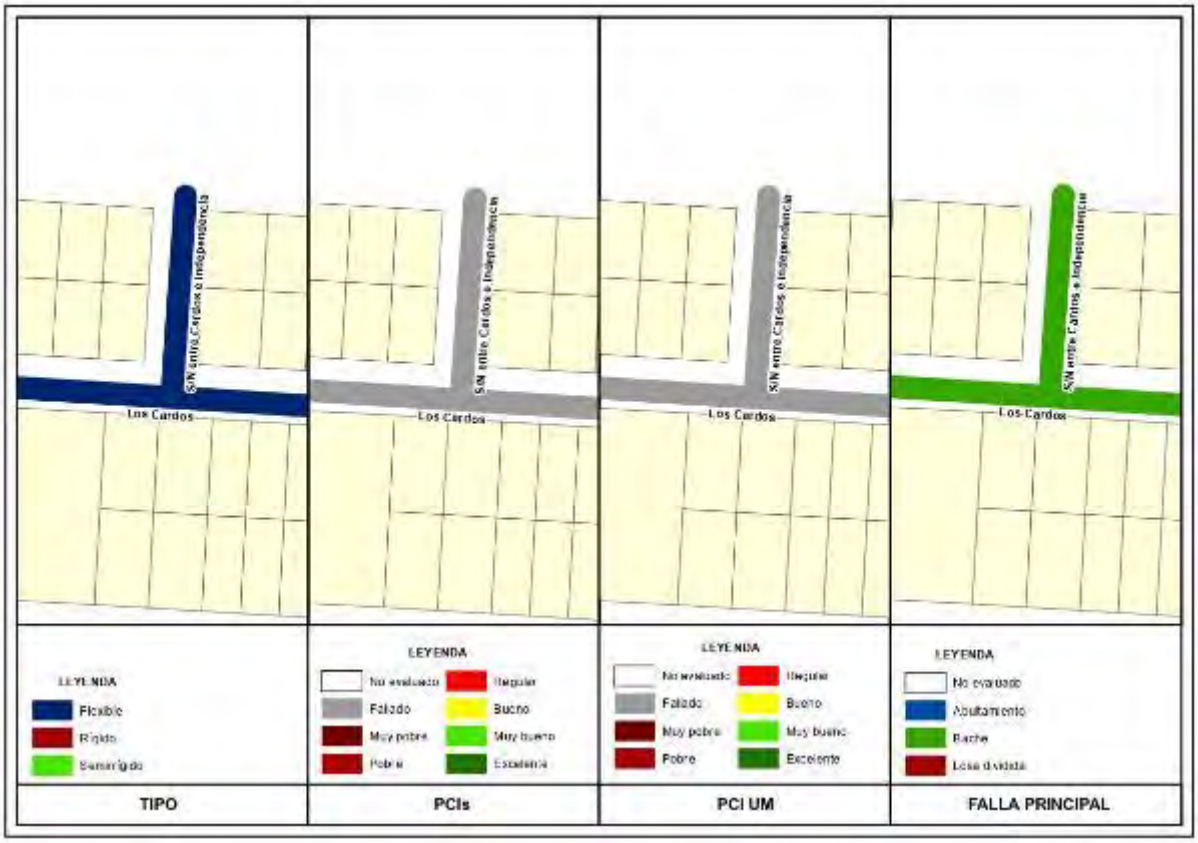
- **S/N entre Cardos e Independencia**

De la Figura 102, según su tipo, la sección cuenta con pavimento flexible a lo largo de toda su longitud. La inspección de la unidad de muestra de la sección se realizó de sur a norte, y se determinó que se encuentra en estado fallado. Su estado fallado se debe a fallas que han progresado a tal punto de generar extensas áreas que pueden ser entendidas como baches de alta severidad, incidiendo significativamente en el valor de PCI. Respecto al estado del pavimento según el PCI total de la sección, se puede observar que se encuentra en estado fallado en toda su longitud y su falla principal son los baches.

Debido al estado fallado en que se encuentra la sección, lo que se sugiere es reconstruir el pavimento en toda su longitud.

Figura 102

Resumen de mapas temáticos sección S/N entre Cardos e Independencia



- **Las Dalias (cerca a Av. Independencia)**

De la Figura 103, según el tipo de pavimento, la sección cuenta con pavimento rígido a lo largo de toda su longitud. Las unidades de muestra fueron inspeccionadas de norte a sur, y según su estado de pavimento, determinado por sus valores de PCI, se tiene que: hay una en estado bueno, cuatro en estado muy bueno y tres en estado excelente. La unidad de muestra de estado bueno se debe a fallas como fisuras de esquina, losa dividida y fisuras lineales; las

unidades en estado muy bueno se deben a fallas como fisuras de esquina, fisuras lineales y parches grandes; y las unidades en estado excelente se deben a fallas con poca incidencia como fisuras de esquina, agregado pulido y descascaramiento de esquina. Respecto al estado del pavimento según el PCI de la sección, se puede observar que se encuentra en estado muy bueno en toda su longitud y su falla principal es losa dividida.

La sección se encuentra en estado muy bueno, por lo tanto, para corregir y evitar la evolución de las fallas presentes, se necesita la realización de actividades de mantenimiento preventivo en el pavimento. Las actividades sugeridas a realizar para esta sección se muestran en la Tabla 16, según el tipo de falla, para cada nivel de severidad presente.

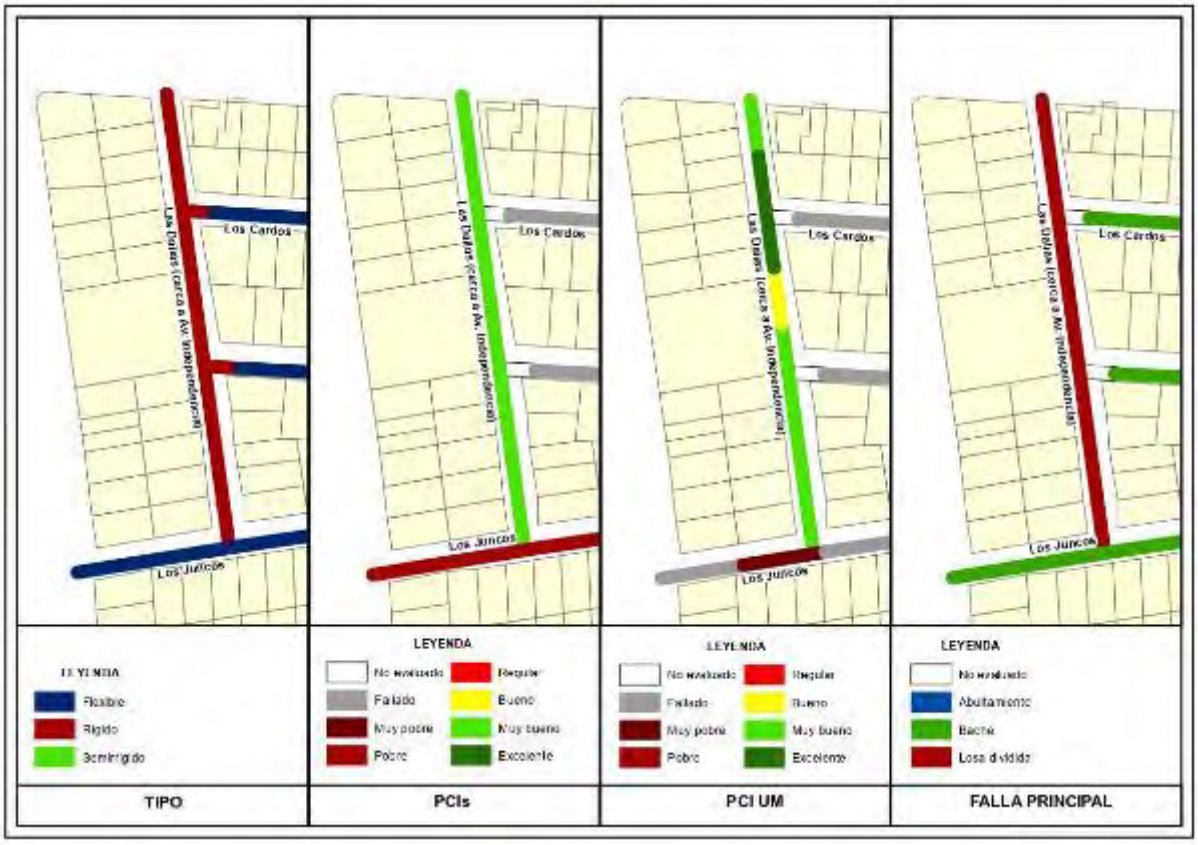
Tabla 16

Actividades de Intervención en la sección Las Dalias (Cerca a Av. Independencia)

FALLA	SEVERIDAD	ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ACTIVIDAD
Levantamiento	L	Ninguna acción, vigilar posible evolución	
	M	Bacheo temporario con mezcla asfáltica, con remoción parcial de hormigón	Mantenimiento Temporal
Fisura de esquina	L	Ninguna acción	
	M	Sellado de grietas	Mantenimiento Rutinario
	H	Bacheo superficial con mezcla asfáltica	Mantenimiento Temporal
Losa Dividida	L	Ninguna acción, vigilar posible evolución	
	M	Sellado de grietas	Mantenimiento Rutinario
Fisuras Lineales	L	Ninguna acción, vigilar posible evolución	
	M	sellado de grietas	Mantenimiento Rutinario
	H	Sellado de grietas	Mantenimiento rutinario
Parches grandes de Corte Utilitarios	L	Ninguna acción, vigilar posible evolución	
Parches pequeños	M	Ninguna acción, vigilar posible evolución	
Agregado Pulido		Aplicación de una lechada (asfáltica o de cemento) en áreas localizadas.	Mantenimiento rutinario - periódico
Descascaramiento de Junta	M	Reparación superficial con hormigón fino o mortero de cemento	Mantenimiento Rutinario

Figura 103

Resumen de mapas temáticos sección Las Dalias (cerca a Av. Independencia)



Conclusiones

Se confirmó que los mapas temáticos son una herramienta de gran ayuda para el análisis de atributos de los pavimentos; además, contribuyen a la toma de decisiones en cuanto a identificar qué pavimentos requieren un mayor nivel de intervención para su conservación. Se resalta lo beneficioso del software ArcGIS desktop para la elaboración de los mapas temáticos, por su capacidad de gestionar y almacenar los datos viales, y generar elementos de presentación.

Mediante el método PCI se logró evaluar el nivel de deterioro de las secciones de los pavimentos flexibles y rígidos de la zona evaluada. Se observó la presencia de distintos tipos de fallas, siendo las de mayor incidencia para el cálculo de PCI; los baches, en pavimentos flexibles; y losa dividida, en el pavimento rígido.

Se determinó, mediante los valores de PCI de cada unidad de muestra, que, de las 136 unidades de muestra de pavimento flexible, 68 se encuentran en estado fallado, 15 en estado muy pobre, 12 en entado pobre, 14 en estado regular, 10 en estado bueno, siete en estado muy bueno, y 10 en estado excelente. De las unidades de muestra correspondientes a la sección con pavimento rígido, se tiene que, de las ocho que son en total, una se encuentra en estado bueno, cuatro en estado muy bueno y tres en estado excelente.

El estado del pavimento de las secciones, varía de fallado a muy bueno, no se encontraron secciones en estado excelente. De las secciones que cuentan con pavimento flexible, 10 (1740.1m) se encuentran en estado fallado, cuatro (873.9m) en estado muy pobre, cuatro (1078.8m) en estado pobre, uno (143.4m) en estado regular, dos (640.3m) en estado bueno, y 2 (403.4m) en estado muy bueno.

Las alternativas de intervención para la conservación vial, dependen de la condición en que se encuentren las secciones de pavimento, se determinó que, de las secciones con pavimento flexible, 18 requieren reconstrucción total, tres solo mantenimiento rutinario, una mantenimiento rutinario y rehabilitación, y una solo rehabilitación. La sección con pavimento rígido requiere mantenimiento periódico y rutinario.

Recomendaciones

Se recomienda realizar inspecciones previas que permitan la creación de un plan de trabajo óptimo, para el cumplimiento de las actividades en los tiempos establecidos, y se evite la generación de contratiempos, que retrasen los objetivos del proyecto.

Se sugiere que la representación de los mapas temáticos se realice de manera separada para cada criterio de análisis, para que la evaluación sea más ordenada.

Se recomienda, que las autoridades competentes, realicen la evaluación de los pavimentos, pasado un determinado periodo tiempo, con el fin de tener información actualizada del estado de los pavimentos y verificar si las actividades de intervención realizadas han permitido conservar los pavimentos de manera adecuada.

Se sugiere reproducir este tipo de evaluación y representación mediante mapas temáticos, a otras zonas del distrito, para implementar una base de datos viales georreferenciada y gestionar de una manera integral los pavimentos.

Referencias

Airport Cooperative Research Program. (2011). *Common Airport Pavement Maintenance Practices. A Synthesis of Airport Practice.* Washington, D.C.

American Society for Testing and Materials. (2004). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estaconamientos (ASTM D6433-03).* Estados Unidos.

Angulo Bardales, J. S. (2019). Sistema de gestión de pavimentos utilizando el software ArcGIS para la conservación de pavimentos de las vías locales principales del distrito de Los Baños del Inca-Cajamarca. *(Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil).* Universidad San Martín de Porres, Lima.

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED]. (2017). *Informe de evaluación del riesgo por desborde del río Piura e inundación pluvial en el centro poblado de Castilla, distrito de Castilla, provincia y departamento de Piura.* Obtenido de http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/4094

Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos. (1990). *Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación (Catálogo de fallas).* Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, República Dominicana.

Environmental Systems Research Institute [ESRI]. ArcGIS Pro. (s.f.a). *Sistemas de coordenadas, proyecciones y transformaciones*. Obtenido de https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/properties/coordinate-systems-and-projections.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.a). *Acerca de las proyecciones cartográficas*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-map-projections.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.b). *Datums*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/datums.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.c). *Esferoides y esferas*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/spheroids-and-spheres.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.d). *Proyección universal transversal de Mercator*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/guide-books/map-projections/universal-transverse-mercator.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.e). *Qué son los sistemas de coordenadas geográficas*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-geographic-coordinate-systems.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.f). *Qué son los sistemas de coordenadas proyectadas*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/about-projected-coordinate-systems.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.g). *Sistemas de coordenadas, proyecciones y transformaciones*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/get-started/introduction/a-quick-tour-of-arccatalog.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.h). *Tipos de proyección*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/map/projections/projection-types.htm

ESRI. ArcGIS Desktop. (s.f.i). *Un recorrido rápido por ArcMap*. Obtenido de https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/get-started/introduction/a-quick-tour-of-arcmap.htm

ESRI. ArcGIS Pro. (s.f.b). *Sistemas de coordenadas verticales*. Obtenido de https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/mapping/properties/vertical-coordinate-systems.htm

Gonzales Aspilicueta, C. J., & Llata Tello, R. T. (2018). Herramientas geomáticas para el mantenimiento vial en la Urb. Monterico Norte-distrito San Borja-departamento y provincia de Lima. *(Tesis para optar el título profesional de Infeniero Civil).* Universidad Ricardo Palma, Lima.

Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation. (s.f.a). *Alligator Cracking, severity, medium [Fotografía]. En Indiana 2021 IDEA. AC Distress Measurement*. Obtenido de https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-ac/alligator.html

Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation. (s.f.b). *Block Cracking, severity, medium [Fotografía]. En Indiana 2021 IDEA. AC Distress Measurement*. Obtenido de https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-ac/block-cracking.html

Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation. (s.f.c). *Corrugation, severity, high [Fotografía]. En Indiana 2021 IDEA. AC Distress Measurement*. Obtenido de https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-ac/corrugation.html

Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation. (s.f.d). *Longitudinal and Transverse (L&T) Cracking, severity, medium [Fotografía]. En Indiana 2021 IDEA. AC Distress Measurement*. Obtenido de https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-ac/long-and-trans-cracking.html

Indiana Department of Transportatation, Office of Aviation. (s.f.-e). *Shoving, severity, high [Fotografía]. En Indiana 2021 IDEA. AC Distress Measurement*. Obtenido de https://www.in.gov/indot/div/aviation/pavement-inspection/pci-review/distresses-ac/shoving.html

Instituto Peruano de Economía. (2022). *Índice de Competitividad Regional - INCORE 2022.* Lima, Perú.

Lapa Nina, J. L., & Mendoza Arizapana, Y. M. (2020). Sistematización de la información para mejorar la condición y conservación de la red vial vecinal. *(Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil).* Universidad Ricardo Palma, Lima.

Martínez, E., Gómez Macho, M., Marín Fernández, A., Álvarez, M., Moncholí, D., Romera, M., . . . Canceco, P. (2019). *Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura.* Caracas: CAF. Obtenido de http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1414

Mayer 97 Ingenieros Asociados, C.A. (2009). *Manual de Herramientas para la Evaluación Funcional y Estructural de Pavimentos Flexibles.* Venezuela.

Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas - Manual Técnico.* Lima: OIT/Oficina Subregional de los Países Andinos.

MTC. (2013). *Manual de Carreteras - Conservación Vial.* Lima.

MTC. (2014). *Manual de Carreteras-Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos; Sección: Suelos y Pavimentos.* Lima.

Municipalidad Distrital de Castilla. (s.f.). *Información General. Clima.* Obtenido de https://www.municastilla.gob.pe/ciudad.html

Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica.* España.

Pachón Soler, J. L., & González Sáchica, J. D. (2016). Implementación de un sistema de información geográfica para el control y evaluación del mantenimiento y rehabilitación vial de la doble calzada Bogotá-Girardot. *(Trabajo de grado para obtener el título de Ingeniero Civil).* Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.

Pavement Interactive. (s.f.a). *Bleeding in the wheelpath [Fotografía]. En Pavement Distresses*. Obtenido de https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/

Pavement Interactive. (s.f.b). *Joint reflective cracking on an urban arterial [Fotografía]. En Pavement Distresses*. Obtenido de https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/

Pavement Interactive. (s.f.c). *Shallow rutting on a Honolulu arterial [Fotografía]. En Pavement Distresses*. Obtenido de https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/

Pavement Interactive. (s.f.d). *Slippage crack possibly caused by poor tack coat bonding [Fotografía]. En Pavement Distresses*. Obtenido de https://pavementinteractive.org/reference-desk/pavement-management/pavement-distresses/

Porres de la Haza, M. J. (2021). Introducción a la proyección UTM. *Screencast.* Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica. Obtenido de http://hdl.handle.net/10251/167905

World Economic Forum. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019.* Obtenido de https://www.weforum.org/reports/how-to-end-a-decade-of-lost-productivity-growth

Anexos

Anexo A Tabla de forma de medición por severidad y tipo de falla

Tabla A 1

Tabla de mediciones para fallas en pavimentos flexibles

TIPO DE FALLA	FORMA DE MEDICIÓN	SEVERIDAD	
Piel de cocodrilo	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial. La mayor dificultad en la medición de este tipo de falla es la presencia de dos o tres niveles de severidad en una misma área de falla. Si estas porciones pueden ser fácilmente distinguidas de las otras, entonces deben ser medidas y registradas por separado; sin embargo, si los diferentes niveles de severidad no pueden ser divididos fácilmente, la totalidad del área debe ser calificada con el mayor nivel de severidad presente.	L	Finas fisuras longitudinales del espesor de un cabello, con recorrido paralelo entre ellas y con algunas o ninguna fisura de interconexión.
		M	Continuación del desarrollo de las fisuras de piel de cocodrilo, finas, en un patrón o red de fisuras que podrían estar ligeramente descascaradas
		H	El patrón o red de fisuras muestra un progreso tal que las piezas que conforman la piel de cocodrilo están bien definidas y descascaradas en los bordes.
Exudación	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial. Si la exhudación es registrada, entonces el agregado pulido no debe ser registrado.	L	La exudación sólo ha ocurrido a un nivel muy ligero y es percibida sólo durante algunos días al año.
		M	La exudación ha ocurrido llegando al punto en que el asfalto se pega a los zapatos o a las llantas de los vehículos sólo durante algunas semanas en el año.
		H	La exudación ha ocurrido en forma extensiva y una cantidad considerable de asfalto se pega a los zapatos y llantas de los vehículos al menos durante varias semanas al año.
Fisuras en bloque	Se miden en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial. Esta falla generalmente ocurre en un sólo nivel de severidad por sección de pavimento; sin embargo, si áreas con distintos niveles de severidad, pueden ser distinguidas fácilmente, entonces dichas áreas deben ser medidas y registradas en forma separada.	L	Los bloques están definidos por grietas de baja severidad
		M	Los bloques están definidos por grietas de mediana severidad
		H	Los bloques están definidos por grietas de alta severidad
Abultamientos y hundimientos	Se miden en metros lineales o pies. Si un abultamiento ocurre en combinación con una fisura, la fisura también es registrada.	L	Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de baja severidad
		M	Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de mediana severidad
		H	Los abultamientos o hundimientos producen una calidad de tránsito de alta severidad
Corrugación	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial.	L	Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad
		M	Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad
		H	Las corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad
Depresión	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial.	L	Profundidad de la depresión de 13 a 25mm (1/2 a 1pulgada)
		M	Profundidad de la depresión de 25 a 50mm (1 a 2pulgadas)
		H	Profundidad de la depresión Más de 50mm (2pulgadas)
Fisura de borde	Se mide en metros lineales o pies.	L	Bajo o mediano fisuramiento sin fragmentación o desprendimiento
		M	Mediano fisuramiento con alguna fragmentación o desprendimiento
		H	Fragmentación o desprendimiento considerable a lo largo del borde

<table>
<tr><th>TIPO DE FALLA</th><th>FORMA DE MEDICIÓN</th><th colspan="2">SEVERIDAD</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Fisura de reflexión de junta</td><td rowspan="3">Se miden en metros lineales o pies. La longitud y nivel de severidad de cada fisura debe ser identificada y registrada por separado. Por ejemplo, una fisura de 15m (50 pies) de longitud puede tener 3m (10 pies) con un nivel de severidad alto, los cuales son registrados por separado. Si se presenta un abultamiento en la fisura de reflexión, este también debe ser registrado.</td><td>L</td><td>Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves; o, fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras secundarias leves.</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cualquier fisura con o sin relleno rodeada de fisuras secundarias de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm (4 pulgadas) del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Desnivel carril - berma</td><td rowspan="3">Se mide en metros lineales o pies.</td><td>L</td><td>La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 25mm (1 pulgada) y menor a 50mm (2 pulgadas)</td></tr>
<tr><td>M</td><td>La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 50mm (2 pulgadas) y menor a 100mm (4 pulgadas)</td></tr>
<tr><td>H</td><td>La diferencia entre las elevaciones del pavimento y la berma es mayor a 100mm (4 pulgadas)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fisuras longitudinales y trasnversales</td><td rowspan="3">Se miden en metros lineales o pies. La longitud y severidad de cada fisura deben ser registradas. Si la fisura no tiene el mismo nivel de severidad en toda su longitud, cada porción de la fisura con distinto nivel de severidad debe ser registrada por separado.</td><td>L</td><td>Fisura sin relleno de ancho menor a 10mm (3/8 pulgada), o fisura con relleno de cualquier ancho (material de relleno en buenas condiciones).</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10mm (3/8 pulgada) y menor a 75mm (3 pulgadas); fisura sin relleno menor o igual a 75mm (3 pulgadas) rodeada de fisuras secundarias leves y en forma aleatoria; o, fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras secundarias leves y en forma aleatoria.</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cualquier fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras secundarias en forma aleatoria, de mediana o alta severidad; fisuras sin relleno de ancho mayor a 75mm (3 pulgadas); o, fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100mm (4 pulgadas) del pavimento que la rodea está severamente fracturado.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Parches y parches de cortes utilitarios</td><td rowspan="3">Se miden en metros cuadrados o pie2 de área superficial; sin embargo, si un mismo parche tiene áreas de con diferentes niveles de severidad, estas áreas deben ser medidas y registradas por separado. Por ejemplo, un parche de 2.5m2 (27.0 ft2) puede tener 1m2 (11 ft2) de nivel medio de severidad y 1.5m2 (16 ft2) de nivel bajo de severidad. Estas áreas pueden ser registradas por separado. Cualquier tipo de falla encontrada en el parche no debe ser registrada; sin embargo, su efecto en el parche será considerado para determinar su nivel de severidad. Ninguna otra falla, por ejemplo, es registrada en el parche. Aunque el material del parche tenga fisuras o desprendimientos, el área es calificada sólo como parche. Si un área grande del pavimento ha sido reemplazada, esta no debe ser considerada como un parche, sino como un pavimento nuevo, por ejemplo, el reemplazo de material en toda una intersección.</td><td>L</td><td>El parche se encuentra en buenas condiciones. La calidad de tránsito es calificada como de baja severidad o mejor.</td></tr>
<tr><td>M</td><td>El parche esta deteriorado de forma moderada, o la calidad de tránsito es calificada como de mediana severidad, o ambos.</td></tr>
<tr><td>H</td><td>El parche se encuentra muy deteriorado, o la calidad de tránsito es calificada como de alta severidad, o ambas; en este caso el parche necesita ser reemplazado lo más pronto posible.</td></tr>
<tr><td>Agregado pulido</td><td>Se mide en metros cuadrados o pie2 de área superficial. Si se registra exhudación, entonces el agregado pulido ya no debe ser registrado.</td><td colspan="2">No hay niveles de severidad definidos; sin embargo, el nivel de pulido debe ser claramente notable en la unidad de muestra, y la superficie de agregado debe ser suave al tacto</td></tr>
<tr><td>Baches</td><td>No son medidos sino contados y registrados por separado de acuerdo a su nivel de severidad bajo, mediano o alto.</td><td colspan="2">Los niveles de severidad para baches menores a 750mm (30 pulgadas) de diámetro están determinados por ambos, diámetro y profundidad del bache, de acuerdo a la siguiente tabla.
<table>
<tr><th rowspan="2">Máxima profundidad del Bache</th><th colspan="3">Diámetro Promedio (mm) (pulgada)</th></tr>
<tr><th>100 a 200mm (4 a 8 pulgadas)</th><th>200 a 450mm (8 a 18 pulgadas)</th><th>450 a 750mm (18 a 30 pulgadas)</th></tr>
<tr><td>13 a ≤ 25mm (1/2 a 1 pulgada)</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>>25 y ≤ 50mm (1 a 2 pulgadas)</td><td>L</td><td>M</td><td>H</td></tr>
<tr><td>> 50mm (2 pulgadas)</td><td>M</td><td>M</td><td>H</td></tr>
</table>
Si el bache tiene un diámetro mayor a 750mm (30 pulgadas), el área debe ser determinada en metros cuadrados (pie2) y dividida entre 0.5m2 (5.5 pie2) para hallar el número equivalente de baches. Si la profundidad es menor o igual a 25mm (1 pulgada) los baches son considerados de mediana severidad. Si la profundidad es mayor a 25mm (1 pulgada), los baches son considerados de alta severidad</td></tr>
</table>

TIPO DE FALLA	FORMA DE MEDICIÓN	SEVERIDAD	
Cruce de vía férrea	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, este no debe ser considerado. Cualquier abultamiento grande causado por los rieles debe ser considerado como parte del cruce.	L	Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de baja severidad
		M	Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de mediana severidad
		H	Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de alta severidad
Ahuellamiento	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial, y su severidad es determinada mediante la profundidad media del ahuellamiento. La profundidad media del ahuellamiento se obtiene colocando una regla en dirección perpendicular a la falla, midiendo su profundidad, y luego utilizando las medidas tomadas a lo largo del ahuellamiento para calcular el valor de profundidad media en milímetros.	L	Profundidad media de 6 a 13mm (¼ a ½ pulgada)
		M	Profundidad media de 13 a 25mm (>½ a 1 pulgada)
		H	Profundidad media > 25mm (> 1pulgada)
Desplazamiento	Se miden en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial. Los desplazamientos que ocurren en parches son considerados para calificar los mismos, no se consideran como una falla por separado.	L	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de baja severidad
		M	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de mediana severidad
		H	Cuando el desplazamiento genera una calidad de tránsito de alta severidad
Fisura parabólica o por deslizamiento	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial, y calificada de acuerdo al mayor nivel de severidad presente en el área.	L	Cuando el ancho promedio de la fisura es menor a 10mm (3/8 pulgada)
		M	Cuando el ancho promedio de la fisura es ≥ 10 y < 40mm (≥ 3/8 y < 1½ pulgada); o el área que rodea la fisura está descascarada en forma moderada, o rodeada de fisuras secundarias.
		H	Cuando el ancho promedio de la fisura es > 40 (1½ pulgada); o el área que rodea la fisura está fracturada en pequeñas piezas removidas.
Hinchamiento	Se mide en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial.	L	Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad baja. Los hinchamientos de baja severidad no siempre son fáciles de distinguir, pero pueden ser detectados manejando a una velocidad límite sobre la sección de pavimento.
		M	Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad mediana.
		H	Cuando el hinchamiento causa una calidad de tránsito de severidad alta.
Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	Se miden en metros cuadrados o pies cuadrados de área superficial.	L	Cuando el agregado o el ligante ha comenzado a desprenderse. En algunas áreas la superficie comienza a mostrar hoyos. En el caso de derrames, las manchas de aceite son visibles, pero la superficie está dura y no puede ser penetrada con una moneda.
		M	Cuando se ha desprendido el ligante o los agregados. La textura en la superficie es moderadamente rugosa y presenta pequeños hoyos. En el caso de derrames de aceite, la superficie es suave y puede ser penetrada con una moneda.
		H	Cuando el desprendimiento del ligante y el agregado es considerable. La textura de la superficie es muy rugosa y está severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas son menores a 10mm (4 pulgadas) en diámetro y menores a 13mm (1/2 pulgada) en profundidad; las áreas ahuecadas mayores que estas son consideradas como fallas tipo baches. Para el caso de los derrames de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto de liga y el agregado ha comenzado a perderse.

Nota. Adaptado de ASTM D6433-03 (2004).

Tabla A 2

Tabla de mediciones para fallas en pavimentos rígidos

<table>
<tr><th>TIPO DE FALLA</th><th>FORMA DE MEDICIÓN</th><th colspan="2">SEVERIDAD</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Levantamiento/ pandeo</td><td rowspan="3">En una fisura, un pandeo es contabilizado como presente en una losa; sin embargo, si el pandeo ocurre en una junta y afecta a dos losas, la falla debe ser registrada en ambas losas. Cuando un pandeo hace que un pavimento sea intransitable, este debe ser reparado inmediatamente.</td><td>L</td><td>Cuando el pandeo o la fragmentación producen una calidad de tránsito de baja severidad</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Cuando el pandeo o la fragmentación producen una calidad de tránsito de mediana severidad</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cuando el pandeo o la fragmentación producen una calidad de tránsito de alta severidad</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fisura de esquina</td><td rowspan="3">La losa con falla es registrada como una sola losa sí:
1) Tiene sólo una fractura de esquina.
2) Más de una fractura de una severidad particular.
3) Dos o más fracturas de distinta severidad. Cuando existan dos o más fracturas, se deberá registrar el mayor nivel de severidad. Por ejemplo, una losa que contiene fracturas de esquina de mediana y baja severidad, debe ser registrada como una losa con fisura de esquina de mediana severidad.</td><td>L</td><td>La fractura se define como una fisura de baja severidad. Una fisura de baja severidad tiene un ancho menor a 13mm (1/2 pulgada), o puede ser cualquier fisura rellenada en forma eficiente; sin deterioro. El área entre la fractura y las juntas no esta fisurada o puede estar ligeramente fisurada</td></tr>
<tr><td>M</td><td>La fractura se define como una fisura de mediana severidad, o el área entre la fractura y las juntas presentan fisuras de mediana severidad. Una fisura de mediana severidad es: una fisura sin relleno de ancho mayor a 13mm y menor a 50mm (>1/2 pulgada y < 2 pulgadas), una fisura sin relleno de ancho menor a 50mm (2 pulgadas9 con deterioro menor a 10mm (3/8 pulgada), o cualquier fisura con relleno y con deterioro menor a 10mm (3/8)</td></tr>
<tr><td>H</td><td>La fractura se define como una fisura de alta severidad , o el área entre la fractura y las juntas esta severamente fisurada. Una fisura de alta severidad es: una fisura sin relleno de ancho mayor a 50mm (2 pulgadas), o cualquier fisura con o si relleno don deterioro mayor a 10mm (3/8 pulgada)</td></tr>
<tr><td>LOSA DIVIDIDA</td><td>Si la losa dividida es de mediana o alta severidad, ninguna otra falla debe ser registrada en la losa.</td><td colspan="2">La severidades de esta falla se detallan en el siguiente cuadro:
<table>
<tr><th rowspan="2">SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS</th><th colspan="3">NÚMERO DE PIEZAS</th></tr>
<tr><th>2 a 3</th><th>4 a 5</th><th>Mayor que 5</th></tr>
<tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>L</td><td>L</td><td>M</td><td>H</td></tr>
<tr><td>H</td><td>M</td><td>H</td><td>H</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Fisura de durabilidad "D"</td><td rowspan="3">Cuando la falla es localizada y calificada en un nivel de severidad, esta debe ser contada como una en la losa. Si existe más de un solo nivel de severidad, la losa debe ser registrada con la falla en su nivel de severidad más alto. Por ejemplo, en una misma losa existen fisuras “D” de bajo y mediano nivel de severidad, entonces la losa es registrada sólo como fisura de mediano nivel de severidad.</td><td>L</td><td>Cuando las fisuras “D” cubren menos del 15 % del área de la losa. La mayoría de grietas están cerradas, pero algunas piezas pueden estar flojas y/o desprendidas</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Si las fisuras “D” cubren menos del 15% del área y la mayoría de sus piezas esta flojas o y/o desprendidas, o las fisuras “D” cubren más del 15% del área. La mayoría de las fisuras son cerradas, pero algunas piezas pueden estar flojas y/o desprendidas.</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Las fisuras “D” cubren mas del 15% del área y la mayoría de sus piezas se han desprendido o podrían ser removidas fácilmente</td></tr>
<tr><td>Escalonamiento</td><td>El desnivel entre losas es contabilizado como una losa. Sólo las losas afectadas deben ser contabilizadas. Los desniveles a través de una fisura no son contados como fallas pero son considerados para determinar la severidad de la fisura.</td><td colspan="2">La severidades de esta falla se detallan en el siguiente cuadro:
<table>
<tr><th>NIVEL DE SEVERIDAD</th><th>DIFERENCIA DE NIVELES</th></tr>
<tr><td>L</td><td>3 a 10mm
(1/8 a 3/8 pulgada)</td></tr>
<tr><td>M</td><td>10 a 20mm
(3/8 a 3/4 pulgada)</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Más de 20mm
(más de 3/4 pulgada)</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

TIPO DE FALLA	FORMA DE MEDICIÓN	SEVERIDAD	
Daño en el sello de la junta	Los daños en el sello de las juntas no son contados losa por losa pero son calificados en base a su condición en conjunto dentro del área total examinada.	L	Cuando el sellante de la junta generalmente se encuentra en buena condición a través de la sección. El sellante muestra buen comportamiento, sólo con daños menores. El daño en el sello de la junta es de baja severidad si sólo los sellantes de unas pocas juntas muestran poca adherencia pero aun siguen en contacto con los bordes de las juntas. Esta condición se cumple si una hoja de cuchillo puede ser insertada entre el sellante y la cara de la junta sin resistencia alguna.
		M	Cuando el sellante de la junta generalmente se encuentra en regular condición en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, presentes en forma moderada. El sellante necesita ser reemplazado en los próximos dos años. El daño en el sello de la junta es de mediana severidad si unas pocas juntas cumplen con alguna de las siguientes condiciones: el sellante se encuentra en su lugar, pero la filtración de agua es posible a través de pequeñas aberturas visibles de ancho menor a 3mm (1/8 pulgada), si una hoja de cuchillo no puede ser insertada fácilmente entre el sellante y la cara de la junta, el daño no se considera como de severidad media; se aprecia material bombeado desde la base de la losa en la junta; el sellante de junta esta oxidado pero flexible (como una cuerda), y generalmente llena la abertura de la junta; o, se aprecia vegetación en la junta pero esta no impide que las aberturas sean visibles.
		H	Cuando el sellante de junta generalmente se encuentra en pobre condición en toda la sección, con uno o más de los daños mencionados arriba, presentes en forma moderada. El sellante necesita ser reemplazado inmediatamente . El daño en el sello de la junta presenta un nivel de severidad alto si 10% o más del sellante de la junta cumple con las condiciones mencionadas en el punto anterior, o si 10% o más del sellante se ha desprendido.
Desnivel carril - berma	El valor medio del desnivel carril-berma se obtiene promediando el máximo y el mínimo desnivel a lo largo de la losa. Cada losa que presenta esta falla es medida por separado y contabilizada individualmente con su nivel de severidad apropiado.	L	La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma es >25 y ≤50mm (>1 y ≤2 pulgadas)
		M	La diferencia en elevación es >50 y ≤100mm (>2 y ≤4 pulgadas)
		H	La diferencia en elevación es >100mm (>4 pulgadas)
Fisuras lineales: longitudinales, transversales y diagonales	Una vez que se haya determinado la severidad de la fisura, la falla es registrada como una losa. Si se registran dos fisuras con mediano nivel de severidad en una misma losa, entonces se considera como si la losa tuviera una sola fisura de alta severidad. Las losas divididas en cuatro o más partes, se cuentan como losas divididas. Para el caso de losas con refuerzo, las fisuras de ancho <3mm (1/8 pulgada) son contabilizadas como fisuras de contracción. Las losas de longitud mayor a 9m (29.5 pies) son divididas en losas imaginarias de longitudes aproximadamente iguales y con juntas imaginarias que supuestamente se encuentran en perfectas condiciones.	Losas sin refuerzo	
		L	Las fisuras sin relleno o sello de ancho ≤13mm (≤1/2 pulgada) o fisuras con relleno de cualquier ancho con material de relleno en condición satisfactoria. No existen desniveles
		M	Cuando las fisuras sin relleno de ancho >13 y ≤50mm (>1/2 y ≤2 pulgadas); fisuras sin relleno de cualquier ancho ≤50mm (2 pulgadas) con algún desnivel <10mm (3/8 pulgada), o fisuras con relleno de cualquier ancho con algún desnivel <10mm (3/8 pulgada)
		H	Cuando las fisuras sin relleno de ancho >50mm (2 pulgadas); o fisuras con o sin relleno de cualquier ancho con algún desnivel >10mm (3/8 pulgada)
		Losas con refuerzo	
		L	Las fisuras sin relleno o sello de ancho ≥3 y <25mm (≥1/8 y <1 pulgada); fisuras con relleno de cualquier ancho con material de relleno en condiciones satisfactorias. No existen desniveles.
		M	Cuando las fisuras sin relleno de ancho ≥25 y <75mm (≥1 y <3 pulgadas) y sin desniveles; fisuras sin relleno de cualquier ancho ≤75mm (3 pulgadas) con algún desnivel ≤10mm (3/8 pulgada), o fisuras con relleno de cualquier ancho con algún desnivel >10mm (3/8 pulgada).
		H	Cuando las: fisuras sin relleno de ancho >75mm (3 pulgadas); o fisuras con o sin relleno de cualquier ancho con algún desnivel >10mm (3/8 pulgada).
Parches grandes y parches grandes de cortes utilitarios (Área mayor a 0.5m2)	Si alguna losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, esta se cuenta como una losa que contiene dicha falla. Si alguna losa tiene más de un nivel de severidad, esta se cuenta como una losa considerando su más alto nivel de severidad.	L	Cuando el parche funciona bien, con poco o ningún deterioro
		M	Cuando el parche está moderadamente deteriorado, o se aprecia descascaramiento moderado alrededor de los bordes, o ambos. Es necesario realizar un esfuerzo considerable para retirar el parche
		H	Cuando el parche está severamente deteriorado. El nivel de deterioro justifica su reemplazo

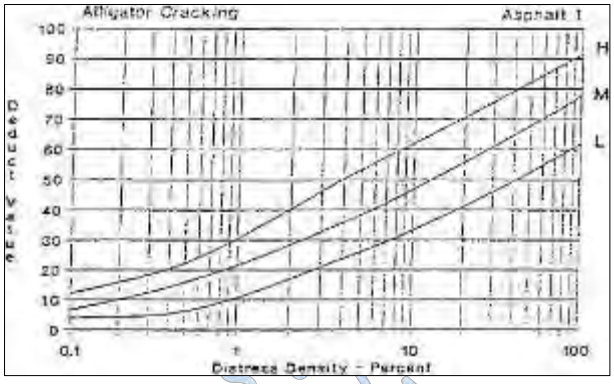
<table>
<tr><th>TIPO DE FALLA</th><th>FORMA DE MEDICIÓN</th><th colspan="2">SEVERIDAD</th></tr>
<tr><td rowspan="3">Parches pequeños (Área menor a 0.5m2)</td><td rowspan="3">Si alguna losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, esta se cuenta como una losa que contiene dicha falla. Si alguna losa tiene más de un nivel de severidad, esta se cuenta como una losa considerando su más alto nivel de severidad.</td><td>L</td><td>Cuando el parche funciona bien, con poco o ningún deterioro</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Cuando el parche está moderadamente deteriorado. Es necesario realizar un esfuerzo considerable para retirar el parche</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cuando el parche está severamente deteriorado. El nivel de deterioro justifica su reemplazo</td></tr>
<tr><td>Agregado pulido</td><td>El agregado pulido en una losa, se cuenta como una losa</td><td colspan="2">No hay niveles de severidad definidos; sin embargo, el nivel de pulido debe ser claramente notable antes de que sea incluido e la inspección como una falla</td></tr>
<tr><td>Popouts</td><td>Se debe estimar la densidad de la falla. Si hay alguna duda de que la densidad promedio es mayor a 3 popouts/ m2, entonces se debe realizar un chequeo en tres áreas de 1m2 escogidas en forma aleatoria. La losa debe ser contabilizada cuando el promedio es mayor a dicha densidad.</td><td colspan="2">No hay grados de severidad definidos para los Popouts; pero, deben ser extensivos antes de que sean considerados como falla. La densidad promedio de los Popouts debe ser aproximadamente mayor a 3popouts/m2 sobre el área de una losa completa.</td></tr>
<tr><td>Bombeo</td><td>Una junta con bombeo entre dos losas, es contabilizada como dos losas; sin embargo, si las otras juntas alrededor de de la losa también presentan bombeo, una losa es adicionada por cada junta con bombeo.</td><td colspan="2">No hay grados de severidad definidos. Es suficiente indicar que existe bombeo</td></tr>
<tr><td>Punzonamiento</td><td>Si una losa contiene mas de un punzonamiento o un punzonamiento y una fisura, esta se cuenta como fragmentada.</td><td colspan="2">En la siguiente tabla se muestran los niveles de severidad:
<table>
<tr><th rowspan="2">SEVERIDAD DE LA MAYORÍA DE LAS GRIETAS</th><th colspan="3">NÚMERO DE PIEZAS</th></tr>
<tr><th>2 a 3</th><th>4 a 5</th><th>Mayor que 5</th></tr>
<tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>M</td><td>L</td><td>M</td><td>H</td></tr>
<tr><td>H</td><td>M</td><td>H</td><td>H</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td rowspan="3">Cruce de vía férrea</td><td rowspan="3">Se contabiliza el número de losas cruzadas por la vía férrea. Cualquier abultamiento grande producido por los rieles debe ser contabilizado como parte del cruce.</td><td>L</td><td>Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de baja severidad</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de mediana severidad</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cuando el cruce de vía férrea genera una calidad de tránsito de alta severidad</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado</td><td rowspan="3">Una losa descascarada es contabilizada como una sola losa. Un craquelado de baja severidad sólo debe ser contabilizado si se aprecia que existe un potencial e inminente descascaramiento, ó si unas cuantas pequeñas piezas se han desprendido.</td><td>L</td><td>Cuando el mapa de fisuras o craquelado existe sobre la mayoría del área de la losa; la superficie se encuentra en buenas condiciones, con presencia de descascaramientos menores</td></tr>
<tr><td>M</td><td>Cuando la superficie de la losa está descascarada en un área menor al 15% del total</td></tr>
<tr><td>H</td><td>Cuando la superficie de la losa está descascarada en un área mayor al 15% del total</td></tr>
<tr><td>Fisuras de contracción</td><td>Si se encuentran algunas fisuras de contracción en una losa en particular, entonces, esta es contabilizada como una losa con fisura de contracción.</td><td colspan="2">No existen niveles de severidad definidos. Es suficiente indicar que existen fisuras de contracción</td></tr>
<tr><td>Descasacaramiento de esquina</td><td>Si uno ó más descascaramientos de esquina con el mismo nivel de severidad ocurren en una misma losa, la losa es contabilizada como una sola losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad en la losa, entonces se cuenta como una losa con el más alto nivel de severidad presente.</td><td colspan="2">La siguiente Tabla señala los niveles de severidad de esta falla:
<table>
<tr><th rowspan="2">PROFUNDIDAD DE DESCASCARAMIENTO</th><th colspan="2">DIMENSION DE LOS LADOS DEL DESCASCARAMIENTO</th></tr>
<tr><th>130X130mm A 300X300mm (5X5 pulgadas) a (12x12 pulgadas)</th><th>300x300mm (>12x12 pulgadas)</th></tr>
<tr><td><25mm (1 pulgada)</td><td>L</td><td>L</td></tr>
<tr><td>>25 a 50mm (1 a 2 pulgadas)</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>>50mm (2 pulgadas)</td><td>M</td><td>H</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>Descasacaramiento de junta</td><td>Si el decascaramiento ocurre a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una sola losa con descascaramiento de junta. Si el descascaramiento ocurre en más de un borde en la misma losa, entonces el borde con mayor nivel de severidad se contabiliza y se registra como si fuera una sola losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza como una losa con descascaramiento de junta.</td><td colspan="2">La siguiente Tabla señala los niveles de severidad de esta falla:
<table>
<tr><th rowspan="2">PIEZAS DEL DESCASCARAMIENTO</th><th rowspan="2">ANCHO DEL DESCASCARAMIENTO</th><th colspan="2">LONGITUD DEL DESCASCARAMIENTO</th></tr>
<tr><th><0.5m (1.5 pies)</th><th>>0.5m (1.5 pies)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Apretadas – No pueden ser removidas fácilmente (de repente algunas piezas perdidas)</td><td><100mm (4 pulgadas)</td><td>L</td><td>L</td></tr>
<tr><td>>100mm</td><td>L</td><td>L</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Sueltas – Pueden ser removidas y algunas piezas se han salido; si la mayoría ó todas las piezas se salieron, el descascaramiento es superficial, menor a 25mm (1 pulgada).</td><td><100mm</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>>100mm</td><td>M</td><td>M</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Perdidas – La mayoría ó todas las piezas han sido removidas</td><td><100mm</td><td>L</td><td>M</td></tr>
<tr><td>>100mm</td><td>M</td><td>H</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Nota. Adaptado de ASTM D6433-03 (2004).

Anexo B Curvas de valores deducidos para pavimentos flexibles

Figura B 1

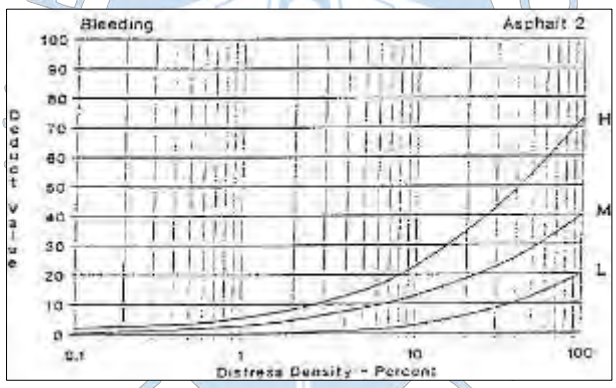
Curva VD para piel de cocodrilo



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 2

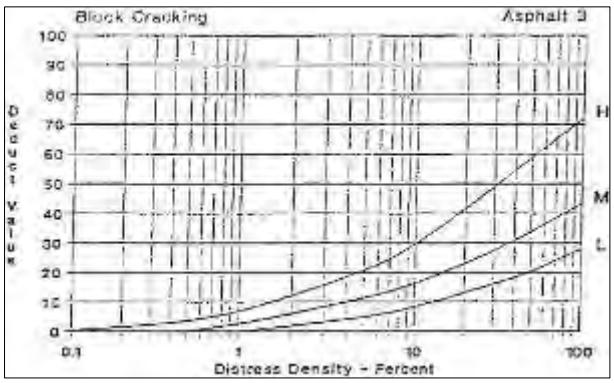
Curva VD para exudación



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 3

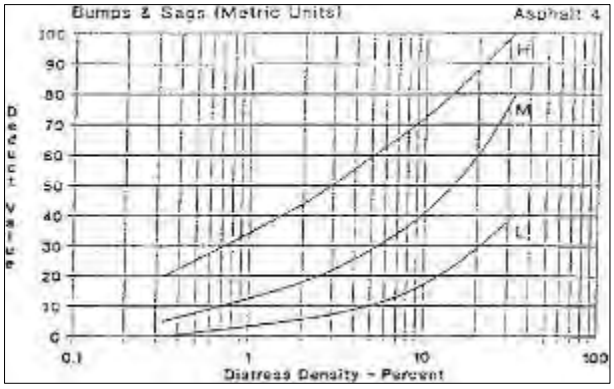
Curva VD para fisuras en bloque



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 4

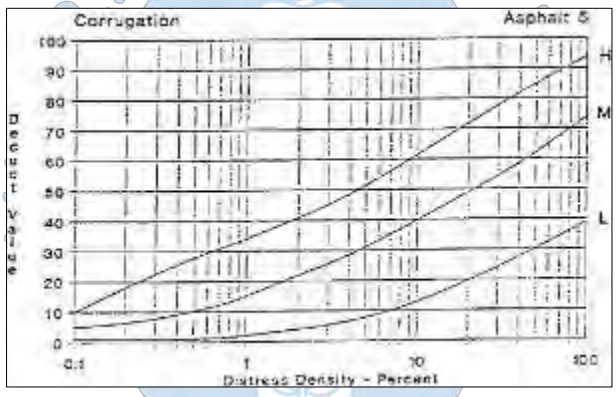
Curva VD para abultamientos y hundimientos



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 5

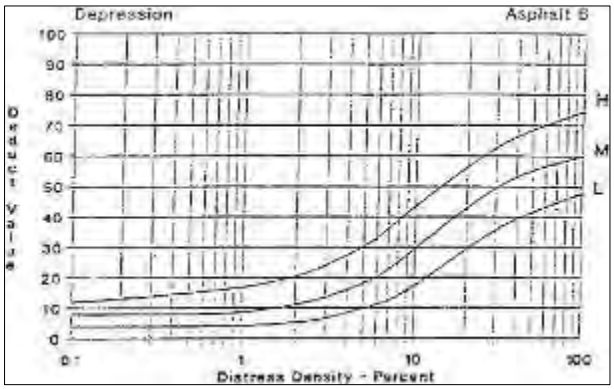
Curva VD para corrugación



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 6

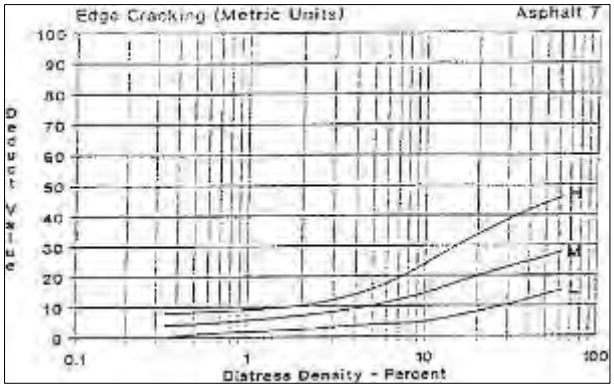
Curva VD para depresión



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 7

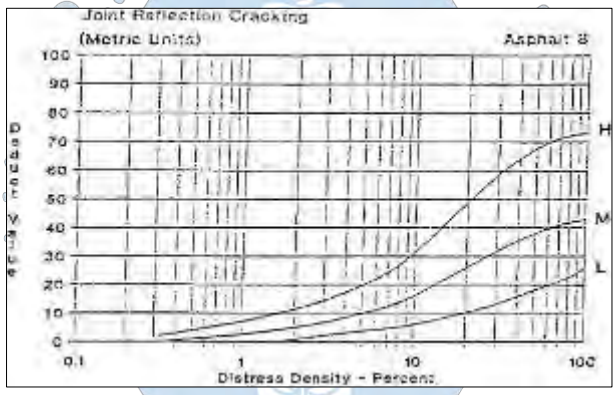
Curva VD para fisura de borde



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 8

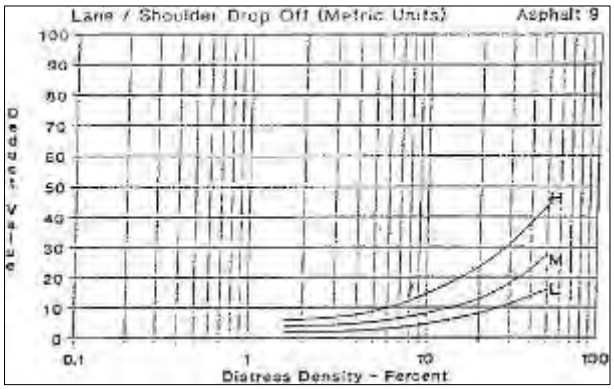
Curva VD para fisura de reflexión de junta



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 9

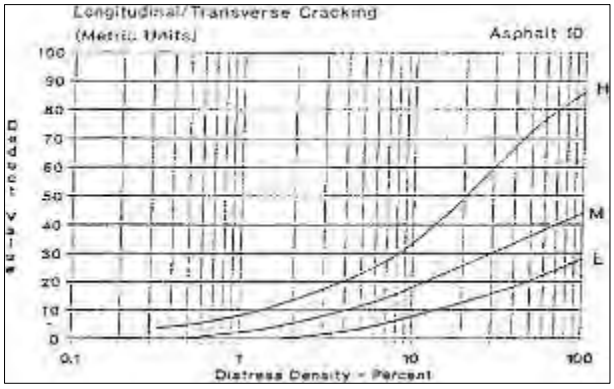
Curva VD para desnivel carril-berma



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 10

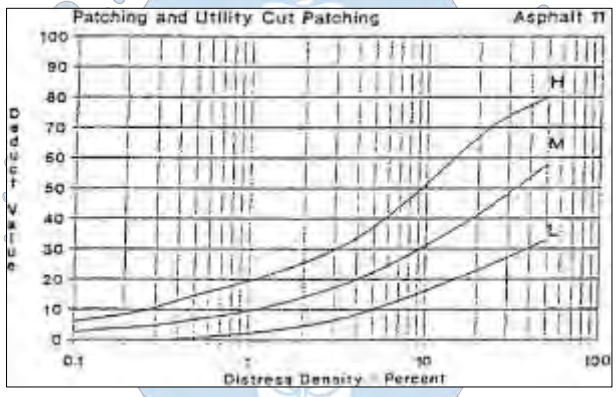
Curva VD para fisuras longitudinales y transversales



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 11

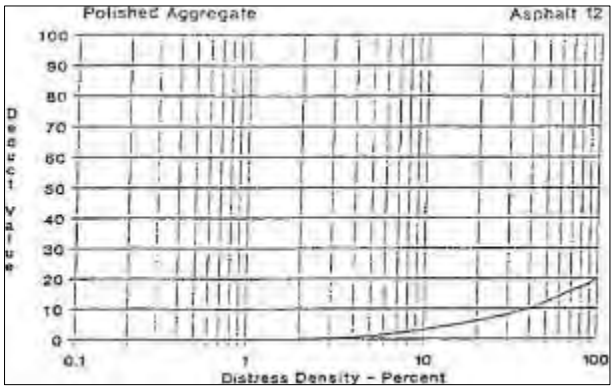
Curva VD para parches y parches de cortes utilitarios



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 12

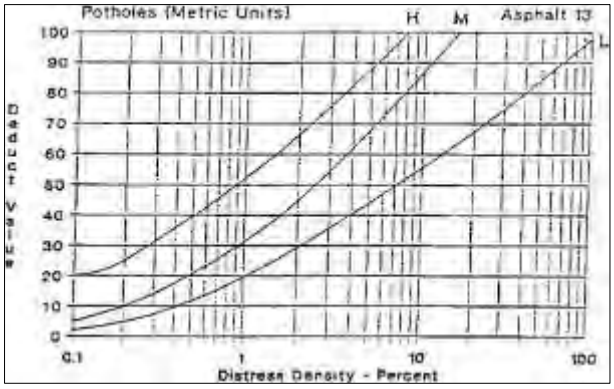
Curva VD para agregado pulido



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 13

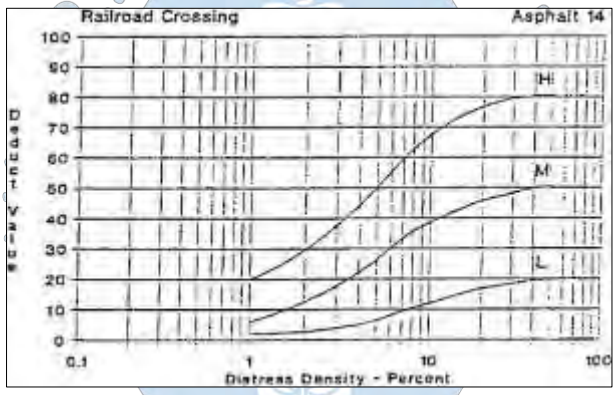
Curva VD para baches



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 14

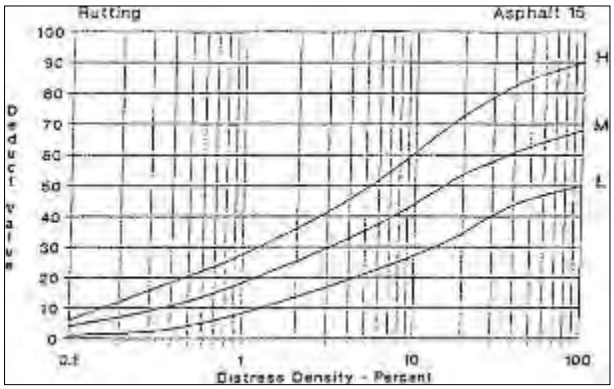
Curva VD para cruce de vía férrea



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 15

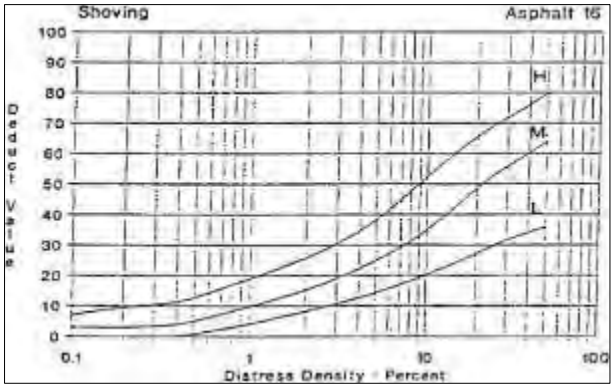
Curva VD para ahuellamiento



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 16

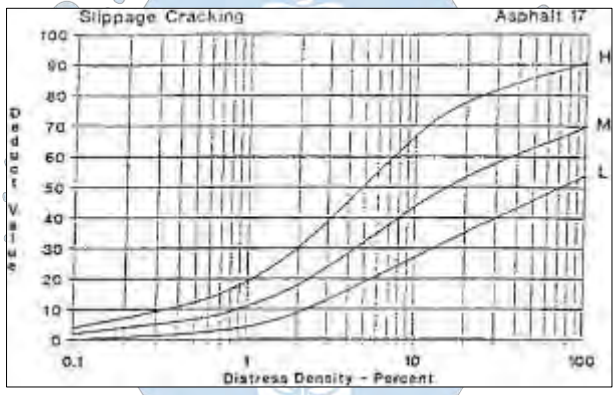
Curva VD para desplazamiento



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 17

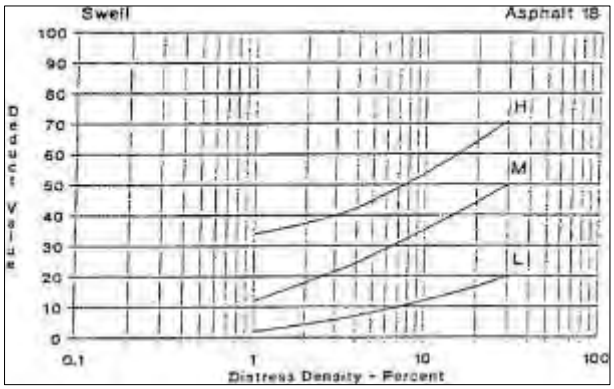
Curva VD para fisura parabólica



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 18

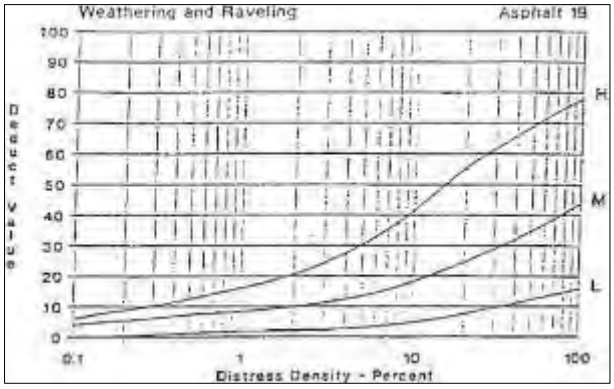
Curva VD para hinchamiento



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura B 19

Curva VD para peladura y desprendimiento de agregados

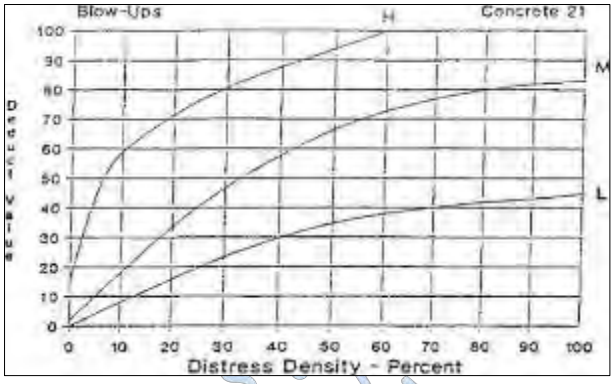


Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Anexo C Curvas de valores deducidos para pavimentos rígidos

Figura C 1

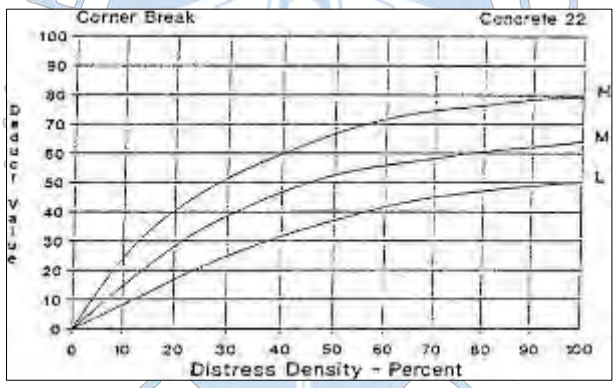
Curva VD para levantamiento/pandeo



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 2

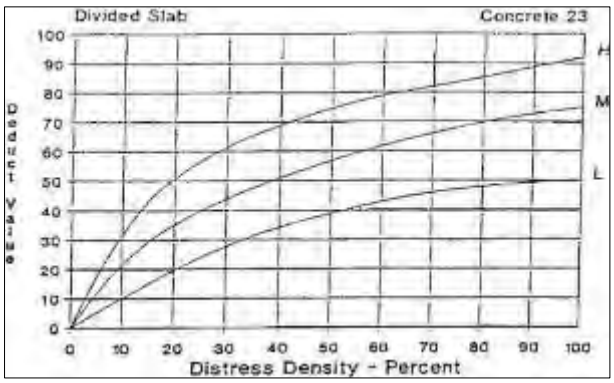
Curva VD para fisura de esquina



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 3

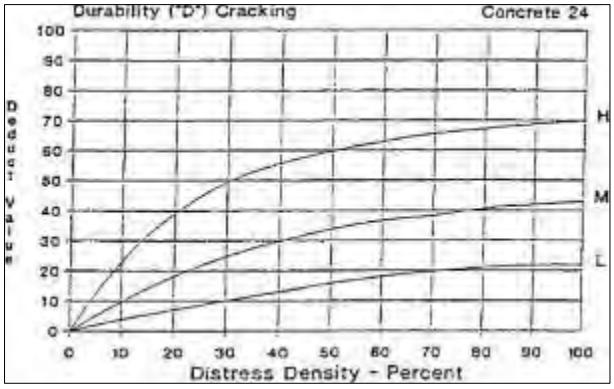
Curva VD para losa dividida



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 4

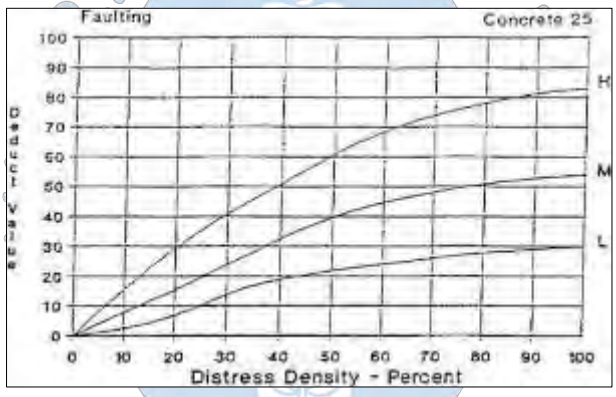
Curva VD para fisura de durabilidad "D"



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 5

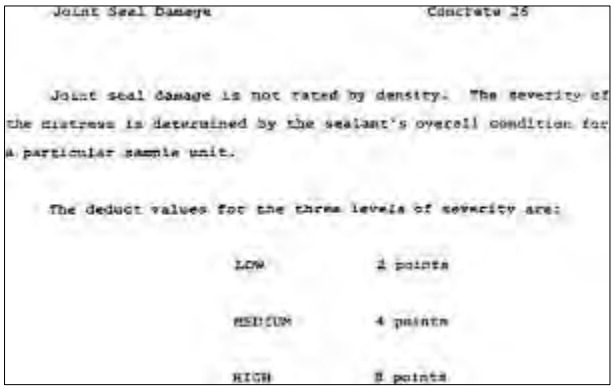
Curva VD para escalonamiento



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 6

Curva VD para daño en el sello de junta


Joint Seal Damage Concrete 26

Joint seal damage is not rated by density. The severity of the distress is determined by the sealant's overall condition for a particular sample unit.

The deduct values for the three levels of severity are:

LOW 2 points

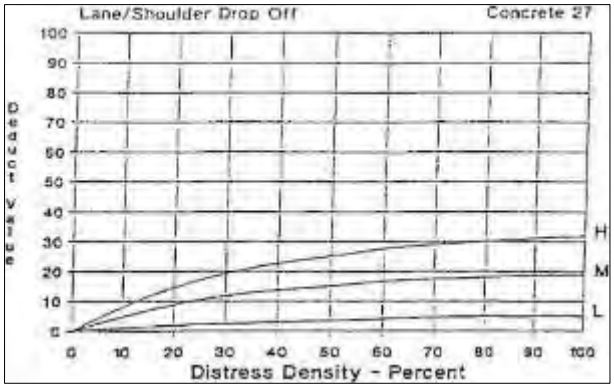
MEDIUM 4 points

HIGH 8 points

Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 7

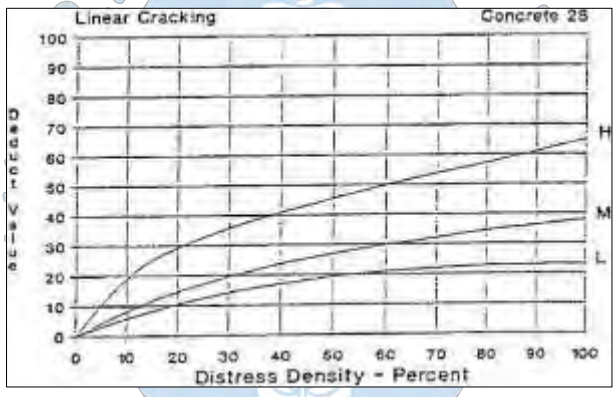
Curva VD para desnivel carril-berma



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 8

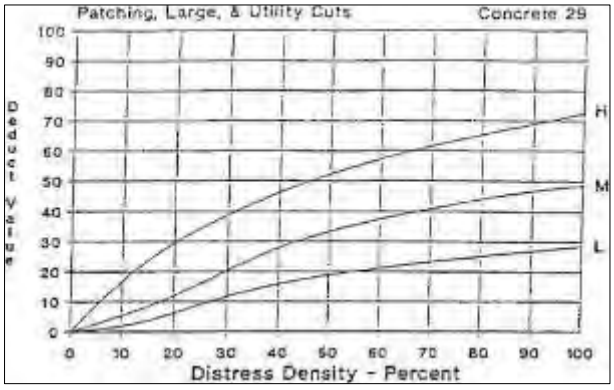
Curva VD para fisuras lineales



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 9

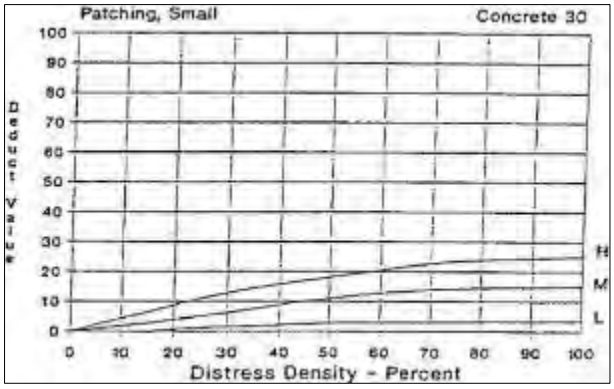
Curva VD para parches grandes



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 10

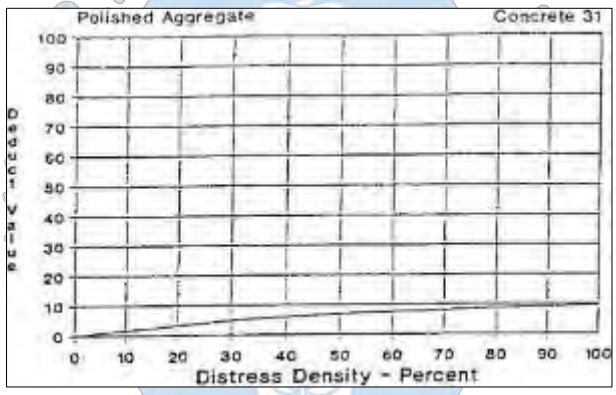
Curva VD para parches pequeños



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 11

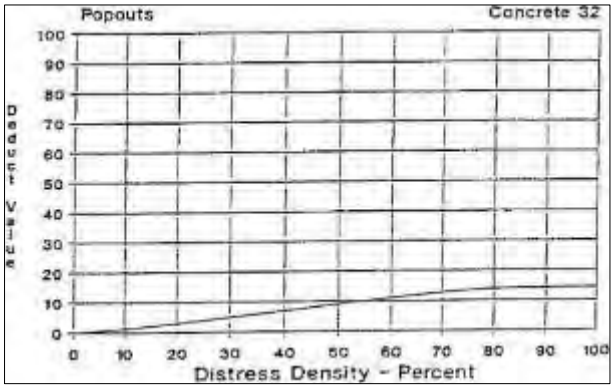
Curva VD para agregado pulido



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 12

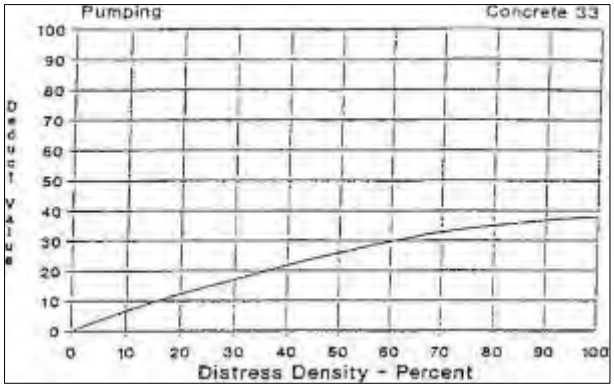
Curva VD para popouts



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 13

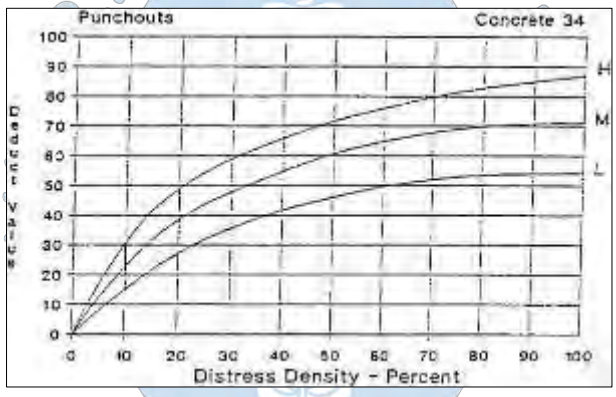
Curva VD para bombeo



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 14

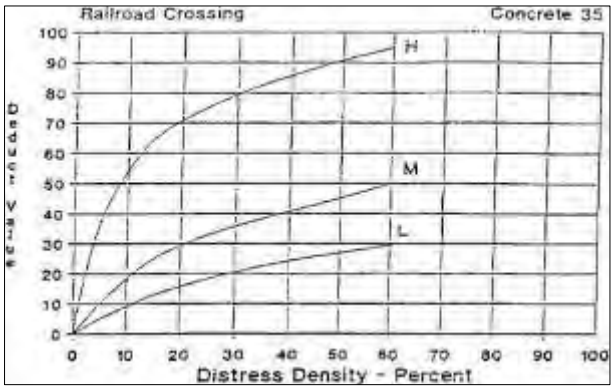
Curva VD para punzonamiento



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 15

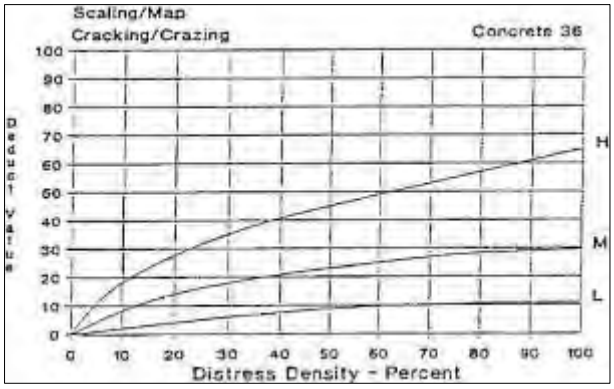
Curva VD para cruce de vía férrea



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 16

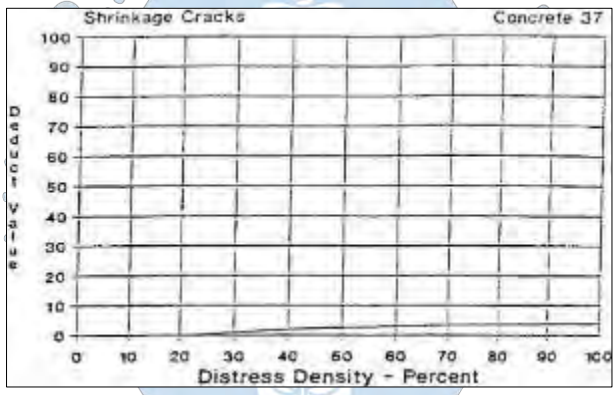
Curva VD para descascaramiento/ mapa de fisuras/ craquelado



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 17

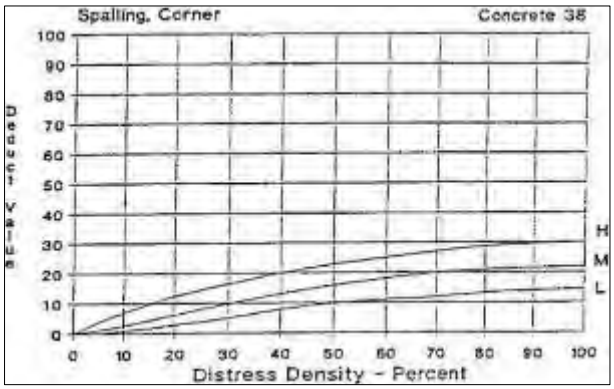
Curva VD para fisuras de contracción



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 18

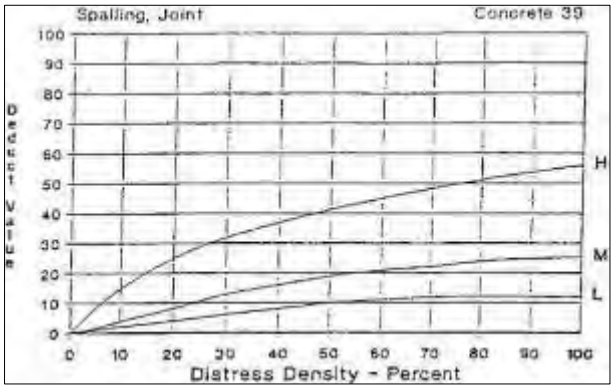
Curva VD para descascaramiento de esquina



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura C 19

Curva VD para descascaramiento de junta

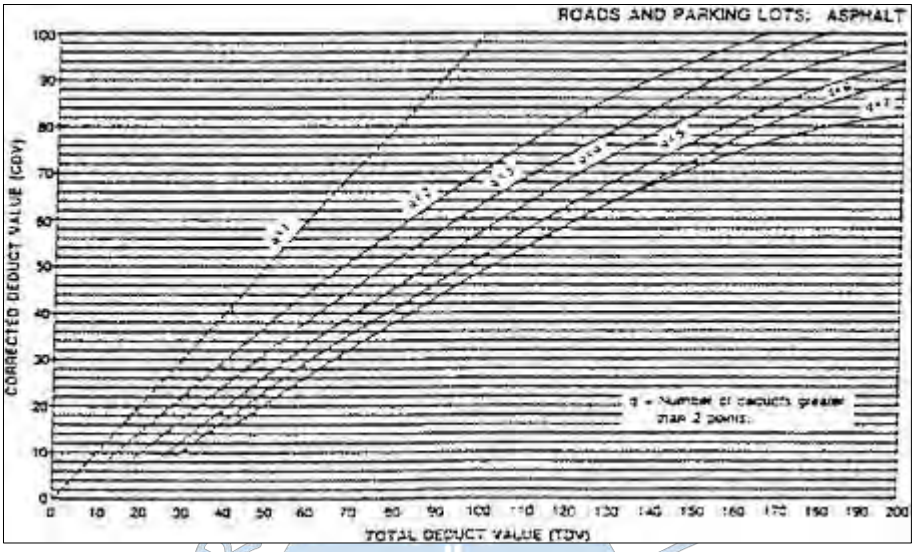


Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Anexo D Curvas de valores deducidos corregidos

Figura D 1

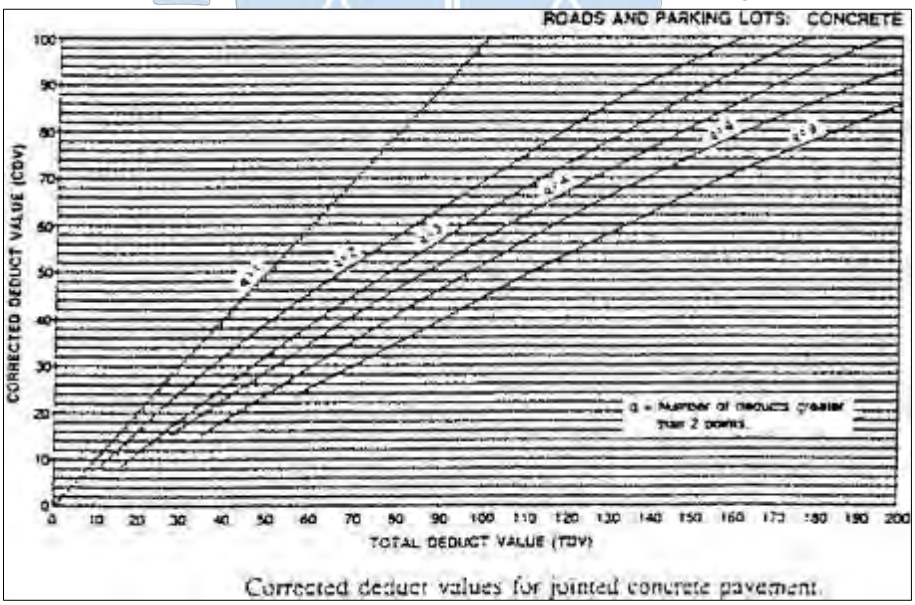
Curva VDC para pavimentos flexibles



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Figura D 2

Curva VDC para pavimentos rígidos



Nota. Extraído de ASTM D6433-03 (2004).

Apéndices

Apéndice A Tramos de pavimentos de las calles evaluadas

TRAMO	LONG. (m)				ANCHO DE CALZADA (m)
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	350				6
Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	195.8				6
Los Capulíes	284.5				6
Av. Cayetano Heredia	66.5				10
Los Geranios	411.6				6
Los Girsoles	228.7				6
Las Carolinas	176.6				6
Las Begonias	74.5		224.6		6
Los Jacintos	177.3				6
Camelias	110.4	23.3	143.4	20.8	6
Los Ébanos	232.4				6
Los Rosales	340.5				6
Los Almendros	284.7				6
Las Amapolas	167.1		71.4		6
Los Cidras	49.5		171		6
Los Ceibos	277.7				6
Los Claveles	170.2		54.7		6
Los Juncos	349.5				6
Los Fresnos	118	10.9	152	11.5	6
Los Cardos	473.2		10		6
S/N entre Cardos e Independencia	48.7				6
Pavimento flexible		Total (m)			4879.9
Pavimento rígido		Total (m)			217.3
Pavimento semirrígido		Total (m)			383.8

Apéndice B División de secciones en unidades de muestra de pavimento flexible

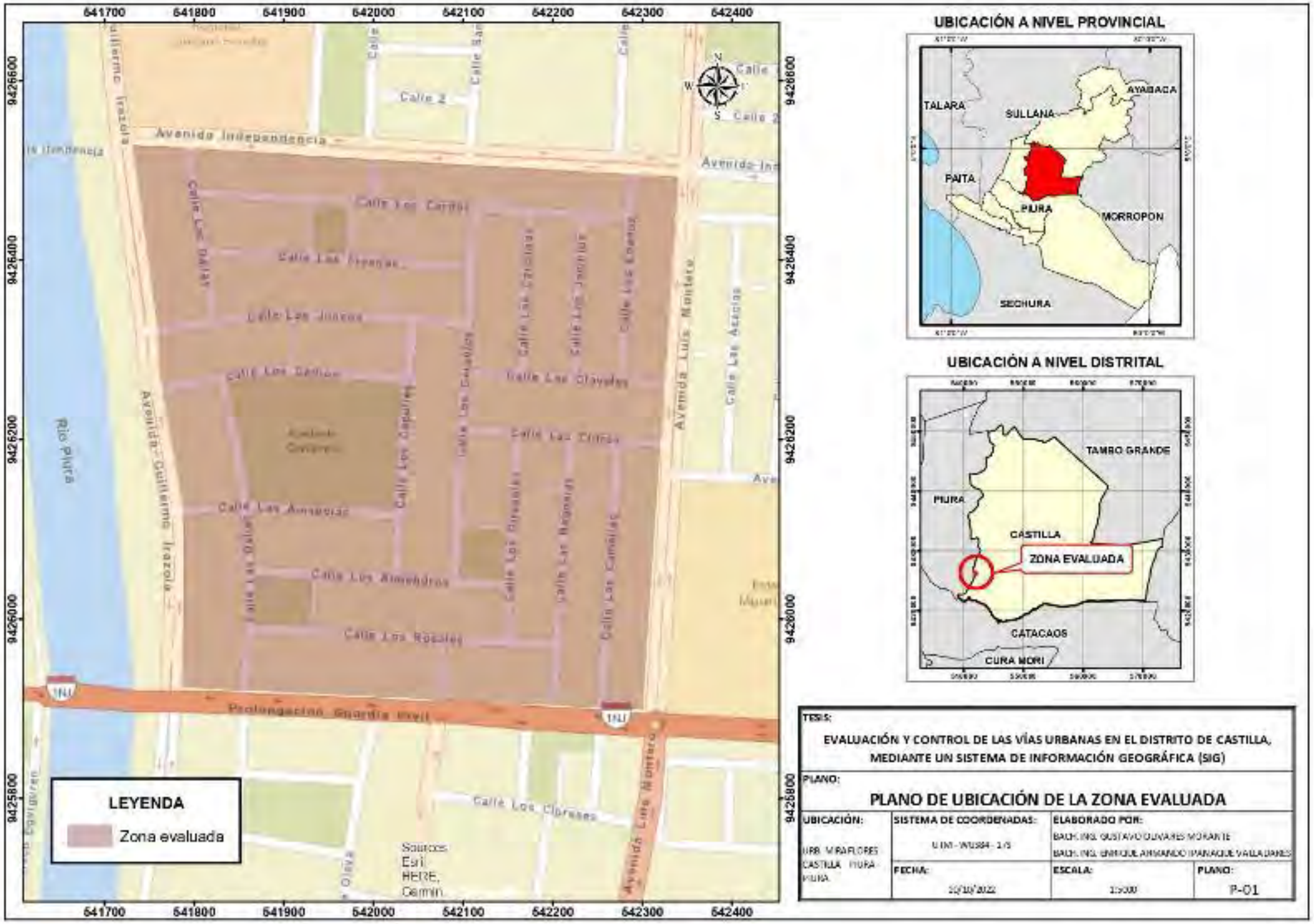
Área de UM aceptada	225 +/- 90 m2
Área mínima	135
Área máxima	315

SECCIÓN	LONG. (m)	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE UM AL INICIO (m)	ÁREA DE UM AL INICIO (m2)	N° UM AL INICIO	LONGITUD DE UM AL FINAL (m)	ÁREA DE UM AL FINAL (m2)	N° UM AL FINAL	N° UM TOTAL
Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	350	6	36	216	9	26	156	1	10
Los Capulíes	284.5	6	36	216	7	32.5	195	1	8
Av. Cayetano Heredia	66.5	10	22	220	2	22.5	225	1	3
Los Geranios	411.6	6	37	222	10	41.6	249.6	1	11
Los Girasoles	228.7	6	37	222	5	43.7	262.2	1	6
Las Carolinas	176.6	6	36	216	4	32.6	195.6	1	5
Las Begonias	74.5	6	36	216	1	38.5	231	1	2
Los Jacintos	177.3	6	36	216	4	33.3	199.8	1	5
Camelias S1	110.4	6	36	216	2	38.4	230.4	1	3
Camelias S2	143.4	6	36	216	3	35.4	212.4	1	4
Los Ébanos	232.4	6	37	222	5	47.4	284.4	1	6
Los Rosales	340.5	6	37	222	8	44.5	267	1	9
Los Almendros	284.7	6	36	216	7	32.7	196.2	1	8
Las Amapolas S1	167.1	6	36	216	4	23.1	138.6	1	5
Las Amapolas S2	71.4	6	36	216	1	35.4	212.4	1	2
Los Cidras	171	6	36	216	4	27	162	1	5
Los Ceibos	277.7	6	36	216	7	25.7	154.2	1	8
Los Claveles	170.2	6	36	216	4	26.2	157.2	1	5
Los Juncos	349.5	6	36	216	9	25.5	153	1	10
Los Fresnos S1	118	6	36	216	2	46	276	1	3
Los Fresnos S2	152	6	36	216	3	44	264	1	4
Los Cardos	473.2	6	36	216	12	41.2	247.2	1	13
S/N entre Cardos e Independencia	48.7	6	48.7	292.2	1	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia

Número total de UM	136

Apéndice C Plano de ubicación de la zona evaluada



Apéndice D Hojas de datos recogidas durante inspección en pavimentos flexibles

Tabla D 1

Hoja de datos y cálculo PCI de UM3 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM3	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD										TOTAL	DENSIDAD %	VD
10M	15										15	6.94	14.2
13H	30										30	13.89	100

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 2

Hoja de datos y cálculo PCI de UM6 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM6	6m / 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	20.554									20.554	9.52	30.8
13M	1									1	0.46	19.2
13H	96									96	44.44	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 3

Hoja de datos y cálculo PCI de UM7 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM7	6m 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	19.28	5.94								25.22	11.68	33.1
13H	122									122	56.48	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 4

Hoja de datos y cálculo PCI de UM8 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM8	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	36	36								72	33.33	42.8
13H	60									60	27.78	100.0
19M	6.2									6.2	2.87	11.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 5

Hoja de datos y cálculo PCI de UM9 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM9	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	25.2	43.2								68.4	31.67	48.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	48.8										48.8	1	48.8
2													
3													

m	5.7

Máx. VDC	49
PCI	51
Estado	Regular

Tabla D 6

Hoja de datos y cálculo PCI de UM10 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia Civil)	SECCIÓN:	Las Dalias (Cerca a Av. Guardia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM10	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	156	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	18.2	31.2								49.4	31.67	48.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	48.8										48.8	1	48.8
2													
3													

m	5.7

Máx. VDC	49
PCI	51
Estado	Regular

Tabla D 7

Hoja de datos y cálculo PCI de UM11 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM11	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	13.8	32.37								46.17	21.38	6.2
11M	46.8									46.8	21.67	42.2
13H	18									18	8.33	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 8

Hoja de datos y cálculo PCI de UM12 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM12	6m / 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	156.51									156.51	72.46	16.7
6M	2.697									2.697	1.25	9.6
11M	46.8	1.767	2.48							51.047	23.63	43.5
13H	12									12	5.56	89.7

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	89.7	39.2									128.9	2	85.4
2	89.7	2									91.7	1	91.7

m	1.9

Máx. VDC	92
PCI	8
Estado	Fallado

Tabla D 9

Hoja de datos y cálculo PCI de UM13 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM13	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	162.3									162.3	75.14	17.2
11M	46.8	6.9								53.7	24.86	44.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	44.4	17.2									61.6	2	45.1
2	44.4	2									46.4	1	46.4

m	6.1

Máx. VDC	46
PCI	54
Estado	Regular

Tabla D 10

Hoja de datos y cálculo PCI de UM14 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM14	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	153.2									153.2	70.93	16.4
11M	46.8	3.64	5.04	3.36	1.767					60.607	28.06	46.6
13M	2									2	0.93	30.6
13H	2									2	0.93	50.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	50.8	46.6	30.6	16.4							144.4	4	79.7
2	50.8	46.6	30.6	2							130.0	3	78.5
3	50.8	46.6	2.00	2							101.4	2	71.7
4	50.8	2	2	2							56.8	1	56.8

m	5.5

Máx. VDC	80
PCI	20
Estado	Muy pobre

Tabla D 11

Hoja de datos y cálculo PCI de UM15 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM15	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	165.67									165.67	76.70	17.5
11M	46.8	1.767								48.567	22.48	42.7
13L	4									4	1.85	28.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	42.7	28.1	17.50								88.3	3	55.9
2	42.7	28.1	2.00								72.8	2	52.9
3	42.7	2	2.00								46.7	1	46.7

m	6.3

Máx. VDC	56
PCI	44
Estado	Regular

Tabla D 12

Hoja de datos y cálculo PCI de UM16 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM16	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	169.2									169.2	78.33	17.8
11M	46.8									46.8	21.67	42.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	42.2	17.8									60.0	2	44.0
2	42.2	2									44.2	1	44.2

m	6.3

Máx. VDC	44
PCI	56
Estado	Bueno

Tabla D 13

Hoja de datos y cálculo PCI de UM17 - Calle Los Capulíes

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Capulíes	SECCIÓN:	Los Capulies	UNIDAD DE MUESTRA:	UM17	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	76.2									76.2	35.28	9.3
11M	46.8	1.767	3.96							52.527	24.32	44.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	44	9.3									53.3	2	39.3
2	44	2									46.0	1	46.0

m	6.1

Máx. VDC	46
PCI	54
Estado	Regular

Tabla D 14

Hoja de datos y cálculo PCI de UM19 - Av. Cayetano Hereda

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Av. Cayetano Heredia	SECCIÓN:	Av. Cayetano Heredia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM19	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	220	10m / 22m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	30									30	13.64	35.0
13M	12									12	5.45	69.6
13H	24									24	10.91	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													
4													
5													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 15

Hoja de datos y cálculo PCI de UM20 - Av. Cayetano Hereda

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Av. Cayetano Heredia	SECCIÓN:	Av. Cayetano Heredia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM20	10m / 22m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	220	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	1.25	0.39	0.82							2.46	1.12	13.3
13M	13									13	5.91	71.7
13H	1									1	0.45	37.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	71.7	37.6	13.30								122.6	3	74.4
2	71.7	37.6	2.00								111.3	2	76.7
3	71.7	2	2.00								75.7	1	75.7

m	3.6

Máx. VDC	77
PCI	23
Estado	Muy pobre

Tabla D 16

Hoja de datos y cálculo PCI de UM21 - Av. Cayetano Hereda

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Av. Cayetano Heredia	SECCIÓN:	Av. Cayetano Heredia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM21	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	225	10m / 22.5m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13M	2									2	0.89	29.8
13H	7									7	3.11	76.7
18M	42.39	18.36	2.85							63.6	28.27	53.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	76.7	53.2	29.80								159.7	3	92.8
2	76.7	53.2	2.00								131.9	2	86.9
3	76.7	2	2.00								80.7	1	80.7

m	3.1

Máx. VDC	93
PCI	7
Estado	Fallado

Tabla D 17

Hoja de datos y cálculo PCI de UM22 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM22	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
7H	8.3	8.9								17.2	7.75	19.8
19H	5.544	9.462								15.006	6.76	35.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	35.1	19.8									54.9	2	40.4
2	35.1	2									37.1	1	37.1
3													
4													
5													

m	7

Máx. VDC	40
PCI	60
Estado	Bueno

Tabla D 18

Hoja de datos y cálculo PCI de UM23 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM23	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
7H	3.2									3.2	1.44	9.9
13L	1									1	0.45	10.0
13M	1									1	0.45	18.9
13H	3	1								4	1.80	63.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	63.8	18.9	10	9.9							102.6	4	58.3
2	63.8	18.9	10	2							94.7	3	59.8
3	63.8	18.9	2	2							86.7	2	62.0
4	63.8	2	2	2							69.8	1	69.8
5													

m	4.3

Máx. VDC	70
PCI	30
Estado	Pobre

Tabla D 19

Hoja de datos y cálculo PCI de UM24 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM24	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.131									1.131	0.51	6.8
19H	1.769									1.769	0.80	15.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	15	6.8									21.8	2	15.4
2	15	2									17.0	1	17.0
3													
4													
5													

m	8.8

Máx. VDC	17
PCI	83
Estado	Muy bueno

Tabla D 20

Hoja de datos y cálculo PCI de UM25 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM25	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13M	2									2	0.90	30.0
19H	9.23	5.76								14.99	6.75	35.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	35.1	30									65.1	2	47.5
2	35.1	2									37.1	1	37.1
3													
4													
5													

m	7

Máx. VDC	48
PCI	52
Estado	Regular

Tabla D 21

Hoja de datos y cálculo PCI de UM26 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM26	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767									1.767	0.80	9
19M	55.5									55.5	25.00	27.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	27.6	9									36.6	2	27.3
2	27.6	2									29.6	1	29.6
3													
4													
5													

m	7.6

Máx. VDC	30
PCI	70
Estado	Bueno

Tabla D 22

Hoja de datos y cálculo PCI de UM27 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM27	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
7H	37									37	16.67	27.8
13L	1									1	0.45	10.0
13M	5									5	2.25	48.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	48.3	27.8	10								86.1	3	54.4
2	48.3	27.8	2								78.1	2	56.6
3	48.3	2	2								52.3	1	52.3
4													
5													

m	5.8

Máx. VDC	57
PCI	43
Estado	Regular

Tabla D 23

Hoja de datos y cálculo PCI de UM28 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM28	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.131									1.131	0.51	6.8
13L	2									2	0.90	18.3
13M	1									1	0.45	18.9
13H	4									4	1.80	63.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	63.8	18.9	18.3	6.8							107.8	4	60.9
2	63.8	18.9	18.3	2							103.0	3	64.5
3	63.8	18.9	2	2							86.7	2	62.0
4	63.8	2	2	2							69.8	1	69.8
5													

m	4.3

Máx. VDC	70
PCI	30
Estado	Pobre

Tabla D 24

Hoja de datos y cálculo PCI de UM29 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM29	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767	4.34								6.107	2.75	16.6
19H	5.12									5.12	2.31	22.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	22.2	16.6									38.8	2	29.1
2	22.2	2									24.2	1	24.2
3													
4													
5													

m	8.1

Máx. VDC	29
PCI	71
Estado	Muy bueno

Tabla D 25

Hoja de datos y cálculo PCI de UM30 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM30	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	25.44									25.44	11.46	3.8
7H	37									37	16.67	27.8
13L	3									3	1.35	22.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	27.8	22.6	3.8								54.2	3	33.9
2	27.8	22.6	2								52.4	2	38.7
3	27.8	2	2								31.8	1	31.8
4													
5													

m	7.6

Máx. VDC	39
PCI	61
Estado	Bueno

Tabla D 26

Hoja de datos y cálculo PCI de UM31 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM31	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767									1.767	0.80	9.0
13H	6									6	2.70	73.3
19H	5.28									5.28	2.38	22.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	73.3	22.5	9								104.8	3	65.4
2	73.3	22.5	2								97.8	2	69.4
3	73.3	2	2								77.3	1	77.3
4													
5													

m	3.5

Máx. VDC	77
PCI	23
Estado	Muy pobre

Tabla D 27

Hoja de datos y cálculo PCI de UM32 - Calle Los Geranios

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Geranios	SECCIÓN:	Los Geranios	UNIDAD DE MUESTRA:	UM32	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA:	249.6	6m 41.6m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	1									1	0.40	6.4
13L	1									1	0.40	9.1
19H	0.7469									0.7469	0.30	10.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	10.6	9.1	6.4								26.1	3	14.3
2	10.6	9.1	2								21.7	2	15.4
3	10.6	2	2								14.6	1	14.6
4													
5													

m	9.2

Máx. VDC	15
PCI	85
Estado	Muy bueno

Tabla D 28

Hoja de datos y cálculo PCI de UM33 - Calle Los Girasoles

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Girasoles	SECCIÓN:	Los Girasoles	UNIDAD DE MUESTRA:	UM33	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13M	2									2	0.90	30
13H	34									34	15.32	100

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 29

Hoja de datos y cálculo PCI de UM34 - Calle Los Girasoles

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Girasoles	SECCIÓN:	Los Girasoles	UNIDAD DE MUESTRA:	UM34	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	0.59	0.64								1.23	0.55	8.6
6M	0.696									0.696	0.31	7.8
11M	1.767	4.98								6.747	3.04	17.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	17.5	8.6	7.80								33.9	3	19.7
2	17.5	8.6	2.00								28.1	2	20.5
3	17.5	2	2.00								21.5	1	21.5

m	8.6

Máx. VDC	22
PCI	78
Estado	Muy bueno

Tabla D 30

Hoja de datos y cálculo PCI de UM36 - Calle Los Girasoles

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Girasoles	SECCIÓN:	Los Girasoles	UNIDAD DE MUESTRA:	UM36	6m / 37m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	0.636									0.636	0.29	5.1
13M	1									1	0.45	18.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	18.9	5.1									24.0	2	17.2
2	18.9	2									20.9	1	20.9

m	8.5

Máx. VDC	21
PCI	79
Estado	Muy bueno

Tabla D 31

Hoja de datos y cálculo PCI de UM37 - Calle Los Girasoles

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Girasoles	SECCIÓN:	Los Girasoles	UNIDAD DE MUESTRA:	UM37	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	0.636									0.636	0.29	5.1
13H	10									10	4.50	84.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	84.9	5.1									90.0	2	64.0
2	84.9	2									86.9	1	86.9

m	2.4

Máx. VDC	87
PCI	13
Estado	Muy pobre

Tabla D 32

Hoja de datos y cálculo PCI de UM39 - Calle Las Carolinas

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Carolinas	SECCIÓN:	Las Carolinas	UNIDAD DE MUESTRA:	UM39	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	16.8	3.23								20.03	9.27	30.4
11H	8.71									8.71	4.03	34.9
13H	19									19	8.80	100.0
19H	6.3	25.2	4.5	4.75	3.51					44.26	20.49	54.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 33

Hoja de datos y cálculo PCI de UM40 - Calle Las Carolinas

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Carolinas	SECCIÓN:	Las Carolinas	UNIDAD DE MUESTRA:	UM40	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767									1.767	0.82	9.1
13H	8									8	3.70	80.5
19H	12.6	6.16	17.38	2.08						38.22	17.69	51.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	80.5	51.5	7.3								139.3	3	83.7
2	80.5	51.5	2								134	2	88.0
3	80.5	2	2								84.5	1	84.5

m	2.8

Máx. VDC	88
PCI	12
Estado	Muy pobre

Tabla D 34

Hoja de datos y cálculo PCI de UM43 - Calle Las Carolinas

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Carolinas	SECCIÓN:	Las Carolinas	UNIDAD DE MUESTRA:	UM43	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	195.6	6m / 32.6m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	31									31	15.85	100.0
19H	24	22.5	10.2							56.7	28.99	60.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 35

Hoja de datos y cálculo PCI de UM44 - Calle Las Begonias

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Begonias	SECCIÓN:	Las Begonias	UNIDAD DE MUESTRA:	UM44	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
12	11.96									11.96	5.54	1.5
13M	5									5	2.31	48.8
13H	38									38	17.59	100.0
19L	12.6									12.6	5.83	3.6
19M	2.108									2.108	0.98	8.8
19H	6.48									6.48	3.00	24.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 36

Hoja de datos y cálculo PCI de UM45 - Calle Las Begonias

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Begonias	SECCIÓN:	Las Begonias	UNIDAD DE MUESTRA:	UM45	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	231	6m 38.5m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	51.5									51.5	22.29	6.4
13M	7									7	3.03	55.2
13H	4									4	1.73	62.7
19M	6.837	6.4								13.237	5.73	14.2
19H	23.73	54								77.73	33.65	62.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	62.7	62.2	55.2	14.2	2.6						196.9	5	93.0
2	62.7	62.2	55.2	14.2	2						196.3	4	97.0
3	62.7	62.2	55.2	2	2						184.1	3	100.0
4	62.7	62.2	2	2	2						130.9	2	86.5
5	62.7	2	2	2	2						70.7	1	70.7

m	4.4

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 37

Hoja de datos y cálculo PCI de UM46 - Calle Los Jacintos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Jacintos	SECCIÓN:	Los Jacintos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM46	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	43.2	6.2	7.83							57.23	26.50	45.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	45.4										45.4	1	45.4

m	6

Máx. VDC	45
PCI	55
Estado	Regular

Tabla D 38

Hoja de datos y cálculo PCI de UM47 - Calle Los Jacintos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Jacintos	SECCIÓN:	Los Jacintos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM47	6m / 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	2.011									2.011	0.93	9.8
13M	26									26	12.04	92.0
13H	26									26	12.04	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 39

Hoja de datos y cálculo PCI de UM48 - Calle Los Jacintos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Jacintos	SECCIÓN:	Los Jacintos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM48	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	39.6	3.1	2.25							44.95	20.81	41.6
13L	1									1	0.46	10.2
13M	7									7	3.24	56.7
13H	7									7	3.24	77.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	77.5	56.7	41.60	1							176.8	4	92.1
2	77.5	56.7	2.00	1							137.2	3	98.1
3	77.5	2	2.00	1							82.5	2	89.6
4													

m	3.1

Máx. VDC	98
PCI	2
Estado	Fallado

Tabla D 40

Hoja de datos y cálculo PCI de UM49 - Calle Los Jacintos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Jacintos	SECCIÓN:	Los Jacintos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM49	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	39.6									39.6	18.33	39.4
13M	25									25	11.57	90.7
13H	3									3	1.39	57.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	90.7	51.7									142.4	2	91.7
2	90.7	2									92.7	1	92.7

m	1.9

Máx. VDC	93
PCI	7
Estado	Fallado

Tabla D 41

Hoja de datos y cálculo PCI de UM50 - Calle Los Jacintos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Jacintos	SECCIÓN:	Los Jacintos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM50	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	199.8	6m / 33.3m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	39.6									39.6	19.82	40.8
13M	32									32	16.02	100.0
13H	7									7	3.50	79.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 42

Hoja de datos y cálculo PCI de UM51 - Calle Camelias – Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM51	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	35.56	14.96								50.52	23.39	43.3
13M	8									8	3.70	60.0
13H	33									33	15.28	100.0
19M	2.88	50.8	5.72	1.68	2.59	7.2				70.87	32.81	30.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 43

Hoja de datos y cálculo PCI de UM52 - Calle Camelias – Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM52	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
6M	3.68									3.68	1.70	10.5
6H	0.857									0.857	0.40	14.0
11M	50.4									50.4	23.33	43.3
13M	8									8	3.70	60.0
13H	5									5	2.31	69.7
19M	8	8.8	5.04	10.23	1.8	1.54	1.4	1.5	1.61	59.86	27.71	28.9
	2.42	17.52										

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	69.7	60	43.30	23.1							196.1	4	97.2
2	69.7	60	43.30	2							175	3	97.4
3	69.7	60	2	2							133.7	2	87.7
4	69.7	2	2	2							75.7	1	75.7

m	3.8

Máx. VDC	97
PCI	3
Estado	Fallado

Tabla D 44

Hoja de datos y cálculo PCI de UM53 - Calle Camelias – Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM53	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	230.4	6m 38.4m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	53.76									53.76	23.33	43.3
13H	6									6	2.60	72.4
19M	0.68	14.8	8.97	7.02	5.72	4.8	1.5	1.82	11.5	67.21	29.17	29.5
	10.4											

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	72.4	43.3	29.50								145.2	3	86.1
2	72.4	43.3	2.00								117.7	2	79.8
3	72.4	2	2.00								76.4	1	76.4
4													

m	3.5

Máx. VDC	86
PCI	14
Estado	Muy pobre

Tabla D 45

Hoja de datos y cálculo PCI de UM54 - Calle Camelias – Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM54	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	56.1									56.1	25.97	7.3
11M	2.011									2.011	0.93	9.8
13L	3									3	1.39	23.1
13M	4									4	1.85	43.9
13H	2									2	0.93	50.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	50.8	43.9	23.10	9.8	7.3						134.9	5	69.4
2	50.8	43.9	23.10	9.8	2						129.6	4	72.8
3	50.8	43.9	23.10	2	2						121.8	3	74.0
4	50.8	43.9	2	2	2						100.7	2	71.3
5	50.8	2	2	2	2						58.8	1	58.8

m	5.5

Máx. VDC	74
PCI	26
Estado	Pobre

Tabla D 46

Hoja de datos y cálculo PCI de UM55 - Calle Camelias – Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM55	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4H	7									7	3.24	51.6
7L	1.6									1.6	0.74	1.4
13H	1									1	0.46	38.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	51.6	38	1.40								91	2	64.7
2	51.6	2	1.40								55	1	55.0
3													

m	5.4

Máx. VDC	65
PCI	35
Estado	Pobre

Tabla D 47

Hoja de datos y cálculo PCI de UM56 - Calle Camelias – Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM56	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	4.2	58.38								62.58	28.97	8.0
13H	1									1	0.46	38.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	38	8									46	2	34.1
2	38	2									40	1	40.0
3													

m	6.7

Máx. VDC	40
PCI	60
Estado	Bueno

Tabla D 48

Hoja de datos y cálculo PCI de UM57 - Calle Camelias – Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Camelias	SECCIÓN:	Camelias S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM57	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	212.4	6m 35.4m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	22.63									22.63	10.65	3.6
4H	5									5	2.35	46.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	46.8	3.6									50.4	2	37.3
2	46.8	2									48.8	1	48.8
3													

m	5.9

Máx. VDC	49
PCI	51
Estado	Regular

Tabla D 49

Hoja de datos y cálculo PCI de UM59 - Calle Los Ébanos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ébanos	SECCIÓN:	Los Ébanos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM59	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11H	0.385									0.385	0.17	8.4
13M	1									1	0.45	18.9
13H	12									12	5.41	89.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	89.1	18.9									108	2	75.0
2	89.1	2									91.1	1	91.1
3													

m	2

Máx. VDC	91
PCI	9
Estado	Fallado

Tabla D 50

Hoja de datos y cálculo PCI de UM60 - Calle Los Ébanos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ébanos	SECCIÓN:	Los Ébanos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM60	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
6M	2.8									2.8	1.26	9.6
11M	2.269									2.269	1.02	10.2
13M	1									1	0.45	18.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	18.9	10.2	9.60								38.7	3	23.0
2	18.9	10.2	2.00								31.1	2	22.8
3	18.9	2	2.00								22.9	1	22.9

m	8.5

Máx. VDC	23
PCI	77
Estado	Muy bueno

Tabla D 51

Hoja de datos y cálculo PCI de UM62 - Calle Los Ébanos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ébanos	SECCIÓN:	Los Ébanos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM62	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	222	6m 37m

	1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
	3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
	4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
	5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	2.011									2.011	0.91	9.7

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	9.8										9.8	1	9.7
2													
3													

m	9.3

Máx. VDC	10
PCI	90
Estado	Excelente

Tabla D 52

Hoja de datos y cálculo PCI de UM64 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM64	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	37									37	16.67	37.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	37.8										37.8	1	37.8
2													
3													

m	6.7

Máx. VDC	38
PCI	62
Estado	Bueno

Tabla D 53

Hoja de datos y cálculo PCI de UM65 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM65	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4L	0.9	3.9								4.8	2.16	7.0
11M	37									37	16.67	37.8
13H	17									17	7.66	77.9
19H	26.88									26.88	12.11	46.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	77.9	46.6	37.8								162.3	3	94.0
2	77.9	46.6	2								126.5	2	84.0
3	77.9	2	2								81.9	1	81.9

m	3

Máx. VDC	94
PCI	6
Estado	Fallado

Tabla D 54

Hoja de datos y cálculo PCI de UM66 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM66	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	2.73									2.73	1.23	2.8
11M	37	5.16								42.16	18.99	40.0
11H	1.95	1.5	2.85							6.3	2.84	30.0
13M	23									23	10.36	87.5
13H	15									15	6.76	94.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	94.2	43.8									138	2	90
2	94.2	2									96.2	1	96.2
3													

m	1.5

Máx. VDC	96
PCI	4
Estado	Fallado

Tabla D 55

Hoja de datos y cálculo PCI de UM67 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM67	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4L	2.6									2.6	1.17	4.4
11L	37	4.4								41.4	18.65	22.8
13H	8									8	3.60	79.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	79.8	22.8	4								106.6	3	66.3
2	79.8	22.8	2								104.6	2	73.3
3	79.8	2	2								83.8	1	83.8

m	2.9

Máx. VDC	84
PCI	16
Estado	Muy pobre

Tabla D 56

Hoja de datos y cálculo PCI de UM68 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM68	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	222	6m / 37m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	37	4.8	5.28	3.36						50.44	22.72	22.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	22.6										22.60	1	22.6
2													
3													

m	8.1

Máx. VDC	23
PCI	77
Estado	Muy bueno

Tabla D 57

Hoja de datos y cálculo PCI de UM72 - Calle Los Rosales

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Rosales	SECCIÓN:	Los Rosales	UNIDAD DE MUESTRA:	UM72	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA:	284.4	6m 47.4m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	11									11	3.87	81.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	81.6										81.60	1	81.6
2													
3													

m	2.7

Máx. VDC	82
PCI	18
Estado	Muy pobre

Tabla D 58

Hoja de datos y cálculo PCI de UM73 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM73	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
10M	2.9									2.9	1.34	3.2
11M	32.4	6.11								38.51	17.83	38.9
13L	2									2	0.93	18.5
13H	3									3	1.39	57.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	57.4	38.9	18.50	3.2							118	4	66.8
2	57.4	38.9	18.50	2							116.8	3	71.4
3	57.4	38.9	2	2							100.3	2	71.2
4	57.4	2	2	2							63.4	1	63.4

m	4.9

Máx. VDC	71
PCI	29
Estado	Pobre

Tabla D 59

Hoja de datos y cálculo PCI de UM74 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM74	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	30.348	3.2	4.6	5.52						33.548	15.53	36.8
13H	13									13	6.02	91.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	91.6	29.4									121	2	81.5
2	91.6	2									93.6	1	93.6
3													

m	1.8

Máx. VDC	94
PCI	6
Estado	Fallado

Tabla D 60

Hoja de datos y cálculo PCI de UM75 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM75	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

	1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
	3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
	4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
	5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	32.4	4.32	4.32							41.04	19.00	40.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	40.1										40.1	1	40.1
2													
3													

m	6.5

Máx. VDC	40
PCI	60
Estado	Bueno

Tabla D 61

Hoja de datos y cálculo PCI de UM76 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM76	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	32.4	4.8								37.2	17.22	38.4
13M	1									1	0.46	19.2
13H	2									2	0.93	50.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	50.8	38.4	19.20								108.4	3	67.2
2	50.8	38.4	2								91.2	2	64.8
3	50.8	2	2								54.8	1	54.8

m	5.5

Máx. VDC	67
PCI	33
Estado	Pobre

Tabla D 62

Hoja de datos y cálculo PCI de UM77 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM77	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	32.4									32.4	15.00	36.3
13H	16									16	7.41	97.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	97.1	10.9									108	2	75.0
2	97.1	2									99.1	1	99.1
3													

m	1.3

Máx. VDC	99
PCI	1
Estado	Fallado

Tabla D 63

Hoja de datos y cálculo PCI de UM78 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM78	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	32.4	4.8								37.2	17.22	38.4
13L	2									2	0.93	18.5
13M	5									5	2.31	48.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	48.8	38.4	18.50								105.7	3	65.8
2	48.8	38.4	2								89.2	2	63.5
3	48.8	2	2								52.8	1	52.8

m	5.7

Máx. VDC	66
PCI	34
Estado	Pobre

Tabla D 64

Hoja de datos y cálculo PCI de UM79 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM79	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	32.4	4.8	1.131							38.331	17.75	38.9
13M	1									1	0.46	19.2
13H	18									18	8.33	100

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100	1	100
2													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 65

Hoja de datos y cálculo PCI de UM80 - Calle Los Almendros

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Almendros	SECCIÓN:	Los Almendros	UNIDAD DE MUESTRA:	UM80	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	15/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	196.2	6m 32.7m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4L	8									8	4.08	9.3
11M	22.23	0.739								22.969	11.71	33.1
13M	1									1	0.51	20.8
13H	12									12	6.12	91.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	91.9	23.2									115.1	2	78.6
2	91.9	2									93.9	1	93.9

m	1.7

Máx. VDC	94
PCI	6
Estado	Fallado

Tabla D 66

Hoja de datos y cálculo PCI de UM81 - Calle Las Amapolas - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM81	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	23.4									23.4	10.83	32.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	32.3										32.30	1	32.3

m	7.2

Máx. VDC	32
PCI	68
Estado	Bueno

Tabla D 67

Hoja de datos y cálculo PCI de UM82 - Calle Las Amapolas - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM82	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2M	29.28									29.28	13.56	14.9
11M	23.4	1.767								25.167	11.65	33.1
13H	6									6	2.78	74.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	74	33.1	14.90								122.0	3	74.1
2	74	33.1	2.00								109.1	2	75.5
3	74	2	2.00								78.0	1	78.0

m	3.4

Máx. VDC	78
PCI	22
Estado	Muy pobre

Tabla D 68

Hoja de datos y cálculo PCI de UM83 - Calle Las Amapolas - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM83	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2M	118.8									118.8	55.00	30.2
11M	23.4									23.4	10.83	32.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	32.3	30.2									62.5	2	45.7
2	32.3	2									34.3	1	34.3

m	7.2

Máx. VDC	46
PCI	54
Estado	Regular

Tabla D 69

Hoja de datos y cálculo PCI de UM84 - Calle Las Amapolas - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM84	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2M	99.66									99.66	46.14	27.6
4L	10.2									10.2	4.72	10.1
11M	23.4									23.4	10.83	32.3
13M	2									2	0.93	30.6
13H	1									1	0.46	38.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	38	32.3	30.6	27.6	10.1						138.6	5	71.3
2	38	32.3	30.6	27.6	2						130.5	4	73.3
3	38	32.3	30.6	2	2						104.9	3	65.4
4	38	32.3	2	2	2						76.3	2	55.4
5	38	2	2	2	2						46.0	1	46.0

m	6.7

Máx. VDC	73
PCI	27
Estado	Pobre

Tabla D 70

Hoja de datos y cálculo PCI de UM85 - Calle Las Amapolas - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM85	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	138.6	6m 23.1m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	4.5									4.5	3.25	22.8
11M	15.015	2.16	1.767	5.6						24.542	17.71	38.8
13H	9									9	6.49	93.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	93.2	23.3									116.5	2	79.3
2	93.2	2									95.2	1	95.2

m	1.6

Máx. VDC	95
PCI	5
Estado	Fallado

Tabla D 71

Hoja de datos y cálculo PCI de UM86 - Calle Las Amapolas - Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM86	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	100									100	46.30	100.0
19M	165.98									165.98	76.84	40.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 72

Hoja de datos y cálculo PCI de UM87 - Calle Las Amapolas - Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Amapolas	SECCIÓN:	Las Amapolas S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM87	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	21/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	212.4	6m 35.4m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	3									3	1.41	57.8
19M	210.36									210.36	99.04	43.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	57.8	43.2									101.0	2	71.4
2	57.8	2									59.8	1	59.8

m	4.9

Máx. VDC	71
PCI	29
Estado	Pobre

Tabla D 73

Hoja de datos y cálculo PCI de UM88 - Calle Los Cidras

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Cidras	SECCIÓN:	Los Cidras	UNIDAD DE MUESTRA:	UM88	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13M	8									8	3.70	60.0
13H	10									10	4.63	85.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	85.6	60									145.6	2	92.7
2	85.6	2									87.6	1	87.6

m	2.3

Máx. VDC	93
PCI	7
Estado	Fallado

Tabla D 74

Hoja de datos y cálculo PCI de UM89 - Calle Los Cidras

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Cidras	SECCIÓN:	Los Cidras	UNIDAD DE MUESTRA:	UM89	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	2.545									2.545	1.18	10.9
19M	2.34									2.34	1.08	9.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	10.9	9									19.9	2	13.9
2	10.9	2									12.9	1	12.9
3													

m	9.2

Máx. VDC	14
PCI	86
Estado	Excelente

Tabla D 75

Hoja de datos y cálculo PCI de UM91 - Calle Los Cidras

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Las Cidras	SECCIÓN:	Los Cidras	UNIDAD DE MUESTRA:	UM91	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767									1.767	0.82	9.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	9.1										9.1	1	9.1
2													
3													

m	9.3

Máx. VDC	9
PCI	91
Estado	Excelente

Tabla D 76

Hoja de datos y cálculo PCI de UM93 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM93	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	39.6	23.04								62.64	29.00	47.2

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	47.2										47.2	1	47.2
2													

m	5.8

Máx. VDC	47
PCI	53
Estado	Regular

Tabla D 77

Hoja de datos y cálculo PCI de UM94 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM94	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	39.6	23.04								62.64	29.00	47.2
18M	8.12									8.12	3.76	23.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	47.2	23.8									71	2	51.7
2	47.2	2									49.2	1	49.2
3													

m	5.8

Máx. VDC	52
PCI	48
Estado	Regular

Tabla D 78

Hoja de datos y cálculo PCI de UM95 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM95	6m / 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
6M	1.1									1.1	0.51	8.0
11M	23.4	32.4								55.8	25.83	45.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	45	8									53	2	39.1
2	45	2									47	1	47.0
3													

m	6

Máx. VDC	47
PCI	53
Estado	Regular

Tabla D 79

Hoja de datos y cálculo PCI de UM96 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM96	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	34.2	1.75	2.25							35.95	16.64	37.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	37.8										37.8	1	37.8
2													
3													

m	6.7

Máx. VDC	38
PCI	62
Estado	Bueno

Tabla D 80

Hoja de datos y cálculo PCI de UM97 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM97	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	36									36	16.67	37.8
13M	1									1	0.46	19.2
13H	10									10	4.63	85.6
19M	6.66									6.66	3.08	11.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	85.6	37.8	5.80								129.2	3	78.0
2	85.6	37.8	2								125.4	2	83.7
3	85.6	2	2								89.6	1	89.6
4													

m	2.3

Máx. VDC	90
PCI	10
Estado	Fallado

Tabla D 81

Hoja de datos y cálculo PCI de UM98 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM98	6m / 36m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	36	2.16	1.47							38.16	17.67	38.8
13H	7									7	3.24	77.5
19M	7.84	10.78								18.62	8.62	17.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	77.5	38.8	17.50								133.8	3	80.8
2	77.5	38.8	2								118.3	2	80.2
3	77.5	2	2								81.5	1	81.5
4													

m	3.1

Máx. VDC	82
PCI	18
Estado	Muy pobre

Tabla D 82

Hoja de datos y cálculo PCI de UM99 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM99	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
1L	1.85	2.6								4.45	2.06	16.9
1M	2.88	4.74								7.62	3.53	34.1
11M	36									36	16.67	37.8
13M	1									1	0.46	19.2
13H	3									3	1.39	57.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	57.5	37.8	34.10	19.2	15.2						163.8	5	82.5
2	57.5	37.8	34.10	19.2	2						150.6	4	82.2
3	57.5	37.8	34.10	2	2						133.4	3	80.6
4	57.5	37.8	2	2	2						101.3	2	71.7
5	57.5	2	2	2	2						65.5	1	65.5

m	4.9

Máx. VDC	83
PCI	17
Estado	Muy pobre

Tabla D 83

Hoja de datos y cálculo PCI de UM100 - Calle Los Ceibos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Ceibos	SECCIÓN:	Los Ceibos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM100	6m / 25.7m
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	09/04/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	154.2	

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
1M	1.36									1.36	0.88	20.7
11M	25.7									25.7	16.67	37.8
13M	1									1	0.65	24.9
13H	1									1	0.65	44.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	44	37.8	24.90	20.7							127.4	4	71.7
2	44	37.8	24.90	2							108.7	3	67.4
3	44	37.8	2	2							85.8	2	61.5
4	44	2	2	2							50	1	50.0
5													

m	6.1

Máx. VDC	72
PCI	28
Estado	Pobre

Tabla D 84

Hoja de datos y cálculo PCI de UM106 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM106	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

	1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
	3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
	4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
	5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	20									20	9.26	100.0
19L	9.6									9.6	4.44	4.6
19M	41.4									41.4	19.17	24.8
19H	5.92									5.92	2.74	23.9

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 85

Hoja de datos y cálculo PCI de UM107 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM107	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4L	1.7									1.7	0.79	3.2
11M	11.2	0.608	1.794	23.214	16.279					53.095	24.58	44.2
11H	3.066									3.066	1.42	22.2
13L	1									1	0.46	10.2
13M	1									1	0.46	19.2
13H	3									3	1.39	57.5
19M	3.91									3.91	1.81	20.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	57.5	44.2	22.2	20.1	17.3						161.3	5	81.4
2	57.5	44.2	22.2	20.1	2						146.0	4	80.3
3	57.5	44.2	22.2	2	2						127.9	3	76.2
4	57.5	44.2	2	2	2						107.7	2	72.8
5	57.5	2	2	2	2						65.5	1	59.5

m	4.9

Máx. VDC	81
PCI	19
Estado	Muy pobre

Tabla D 86

Hoja de datos y cálculo PCI de UM108 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM108	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4L	1									1	0.46	1.3
11H	9	4.07	26.28							39.35	18.22	64.7
13M	2									2	0.93	30.6
13H	4									4	1.85	64.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	64.7	64.6	30.6	1.3							161.2	3	93.4
2	64.7	64.6	2	1.3							132.6	2	87.3
3	64.7	2	2	1.3							70.0	1	70.1

m	4.2

Máx. VDC	93
PCI	7
Estado	Fallado

Tabla D 87

Hoja de datos y cálculo PCI de UM109 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM109	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	17.958									17.958	8.31	14.9
11M	0.694									0.694	0.32	5.4
11H	8.322									8.322	3.85	34.2
13L	2									2	0.93	18.5
13H	2									2	0.93	50.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	50.8	34.2	18.5	14.9	5.4						123.8	5	63.9
2	50.8	34.2	18.5	14.9	2						120.4	4	68.2
3	50.8	34.2	18.5	2	2						107.5	3	66.7
4	50.8	34.2	2	2	2						91.0	2	64.7
5	50.8	2	2	2	2						58.8	1	58.8

m	5.5

Máx. VDC	68
PCI	32
Estado	Pobre

Tabla D 88

Hoja de datos y cálculo PCI de UM110 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM110	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	2.27	2.15	26.28							30.7	14.21	35.5
13L	3									3	1.39	23.1
13M	3									3	1.39	37.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	37.5	35.5	23.1								96.1	3	60.6
2	37.5	35.5	2								75.0	2	54.5
3	37.5	2	2								41.5	1	41.5
4													
5													

m	6.7

Máx. VDC	61
PCI	39
Estado	Pobre

Tabla D 89

Hoja de datos y cálculo PCI de UM111 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM111	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	1.7415	21.316								23.0575	10.67	17.3
11M	50.4									50.4	23.33	43.3
11H	4.964	1.875								6.839	3.17	31.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	43.3	31.5	17.3								92.1	3	58.2
2	43.3	31.5	2								76.8	2	55.8
3	43.3	2	2								47.3	1	47.3
4													
5													

Máx. VDC	58
PCI	42
Estado	Regular

m	6.2

Tabla D 90

Hoja de datos y cálculo PCI de UM112 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM112	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	0.363	23.2								23.563	10.91	17.4
11M	5.6	18.7								24.3	11.25	32.7
11H	1.1									1.1	0.51	14.5
13H	5									5	2.31	69.7
19M	2.46									2.46	1.14	9.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	69.7	32.7	17.4	11.6							131.4	4	73.7
2	69.7	32.7	17.4	2							121.8	3	74.0
3	69.7	32.7	2	2							106.4	2	74.2
4	69.7	2	2	2							75.7	1	75.7
5													

m	3.8

Máx. VDC	76
PCI	24
Estado	Muy Pobre

Tabla D 91

Hoja de datos y cálculo PCI de UM113 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM113	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	18.4									18.4	8.52	15.2
11H	10.4									10.4	4.81	37.6

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	37.6	15.2									52.8	2	38.9
2	37.6	2									39.6	1	39.6
3													
4													
5													

m	6.7

Máx. VDC	40
PCI	60
Estado	Bueno

Tabla D 92

Hoja de datos y cálculo PCI de UM114 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM114	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	2.835	1.909	20.8							25.544	11.83	18.1
11M	54									54	25.00	44.5
11H	8									8	3.70	33.6
13H	2									2	0.93	50.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	50.8	44.5	33.6	18.1							147.0	4	80.8
2	50.8	44.5	33.6	2							130.9	3	79.0
3	50.8	44.5	2	2							99.3	2	70.5
4	50.8	2	2	2							56.8	1	56.8
5													

m	5.5

Máx. VDC	81
PCI	19
Estado	Muy pobre

Tabla D 93

Hoja de datos y cálculo PCI de UM115 - Calle Los Juncos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Juncos	SECCIÓN:	Los Juncos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM115	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	153	6m / 25.5m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	20.4									20.4	13.33	19.1
11M	38.25									38.25	25.00	44.5
13H	7									7	4.58	85.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	85.3	44.5	7.6								137.4	3	82.7
2	85.3	44.5	2								131.8	2	86.9
3	85.3	2	2								89.3	1	89.3
4													
5													

m	2.4

Máx. VDC	89
PCI	11
Estado	Muy pobre

Tabla D 94

Hoja de datos y cálculo PCI de UM117 - Calle Los Fresnos - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Fresnos	SECCIÓN:	Los Fresnos S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM117	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	8.64	2.011								10.651	4.93	22.2
11H	1.2									1.2	0.56	15.2
13M	3									3	1.39	37.5
13H	141									141	65.28	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 95

Hoja de datos y cálculo PCI de UM118 - Calle Los Fresnos - Sección 1

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Fresnos	SECCIÓN:	Los Fresnos S1	UNIDAD DE MUESTRA:	UM118	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	276	6m 46m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	78.2	41.4	2.269							121.869	44.16	55.4
13M	6									6	2.17	47.5
13H	25									25	9.06	100.0
19H	1.69	3.72								5.41	1.96	20.8

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 96

Hoja de datos y cálculo PCI de UM121 - Calle Los Fresnos - Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Fresnos	SECCIÓN:	Los Fresnos S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM121	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	2.011	5.04								7.051	3.26	18.1
13H	63									63	29.17	100.0
19M	61.2									61.2	28.33	29.1

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 97

Hoja de datos y cálculo PCI de UM122 - Calle Los Fresnos - Sección 2

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Fresnos	SECCIÓN:	Los Fresnos S2	UNIDAD DE MUESTRA:	UM122	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
2L	10.6									10.6	4.91	1.2
11M	1.3									1.3	0.60	7.5
13M	110									110	50.93	100.0
19M	43.2									43.2	20.00	25.3

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 98

Hoja de datos y cálculo PCI de UM123 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM123	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	10.8									10.8	5.00	22.4
13L	6									6	2.78	34.7
13M	5									5	2.31	48.8
13H	36									36	16.67	100.0
19H	2.035									2.035	0.94	15.7

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 99

Hoja de datos y cálculo PCI de UM124 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM124	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767									1.767	0.82	9.5
13M	1									1	0.46	19.2
13H	49									49	22.69	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 100

Hoja de datos y cálculo PCI de UM125 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM125	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13M	2									2.00	0.93	30.6
13H	42									42.00	19.44	100

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 101

Hoja de datos y cálculo PCI de UM126 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM126	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	1.767	28								29.767	13.78	19.4
13L	2									2	0.93	18.5
13M	2									2	0.93	30.6
13H	18									18	8.33	100.0
19H	10.5									10.5	4.86	30.5

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 102

Hoja de datos y cálculo PCI de UM127 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM127	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767	25.56								27.327	12.65	34.0
13L	3									3	1.39	23.1
13M	4									4	1.85	43.9
13H	6									6	2.78	74.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	74	43.9	34	9.2							161.1	4	86.5
2	74	43.9	34	2							153.9	3	90.0
3	74	43.9	2	2							121.9	2	82.0
4	74	2	2	2							80.0	1	80.0

m	3.4

Máx. VDC	90
PCI	10
Estado	Fallado

Tabla D 103

Hoja de datos y cálculo PCI de UM128 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM128	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	2.1									2.1	0.97	12.5
13L	2									2	0.93	18.5
13H	178									178	82.41	100.0
19H	4.05									4.05	1.88	20.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 104

Hoja de datos y cálculo PCI de UM131 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM131	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11M	1.767	54	28.8							84.567	39.15	52.9
13M	1									1	0.46	19.2
13H	114									114	52.78	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 105

Hoja de datos y cálculo PCI de UM132 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM132	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	54	28.8								82.8	38.33	30.2
13L	1									1	0.46	10.2
13M	10									10	4.63	65.6
13H	20									20	9.26	100.0
19H	7									7	3.24	25.7

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 106

Hoja de datos y cálculo PCI de UM133 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM133	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	54	28.8								82.8	38.33	30.2
11M	1.767									1.767	0.82	9.1
13L	2									2	0.93	18.5
13M	1									1	0.46	19.2
13H	14									14	6.48	93.2
19H	6.8									6.8	3.15	25.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	93.2	18.1									111.3	2	76.7
2	93.2	2									95.2	1	95.2
3													

m	1.6

Máx. VDC	95
PCI	5
Estado	Fallado

Tabla D 107

Hoja de datos y cálculo PCI de UM134 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM134	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	216	6m / 36m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
4M	2									2	0.93	12.2
11L	54	28.8								82.8	38.33	30.2
11H	0.709									0.709	0.33	11.7
13H	22									22	10.19	100.0

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 108

Hoja de datos y cálculo PCI de UM135 - Calle Los Cardos

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	Los Cardos	SECCIÓN:	Los Cardos	UNIDAD DE MUESTRA:	UM135	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	247.2	6m / 41.2m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
11L	49.44	61.8								111.24	45.00	31.8
13M	1	1								2	0.81	28.0
13H	21									21	8.50	100.0
19H	5.7	4.8	5.4							15.9	6.43	34.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100
2													
3													

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Tabla D 109

Hoja de datos y cálculo PCI de UM136 - Calle S/N entre Cardos e Independencia

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES (ASTM D6433)						SKETCH:
TRAMO:	S/N entre Cardos e Independencia	SECCIÓN:	S/N entre Cardos e Independencia	UNIDAD DE MUESTRA:	UM136	
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	07/05/2022	ÁREA DE MUESTRA (m2):	292.2	6m / 48.7m

1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de corte utilitarios	16. Desplazamiento
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Fisura parabólica o por deslizamiento
3. Fisura en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Hinchamiento
4. abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril - berma	14. Cruce de vía férrea	19. Peladura por intemperismo y
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Ahuellamiento	desprendimiento de agregados

SEVERIDAD	CANTIDAD									TOTAL	DENSIDAD %	VD
13H	171									171	58.52	100.0
19M	206.69									206.69	70.74	39.4

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	100										100.00	1	100

m	1

Máx. VDC	100
PCI	0
Estado	Fallado

Apéndice E Hojas de datos recogidas durante inspección en pavimento rígido

Tabla E 1

Hoja de datos y cálculo PCI de UM137 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM137
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	L	1	6.25	4.8
28	L	1	6.25	3.9
28	H	1	6.25	12.0
30	M	1	6.25	1.1
31		5	31.25	5.5

SKETCH:

30M	31 28L
	31
	31
31 28H	31 22L

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	12	5.5	4.8	3.9	1.1						27.3	4	14.2
2	12	5.5	4.8	2	1.1						25.4	3	14.8
3	12	5.5	2	2	1.1						22.6	2	18.2
4	12	2	2	2	1.1						19.1	1	19.1
5													

m	9.1

Máx. VDC	19
PCI	81
Estado	Muy bueno

Tabla E 2

Hoja de datos y cálculo PCI de UM138 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM138
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
29	L	3	18.75	5.8
31		4	25	4.6

SKETCH:

31	
	29L
29L	29L
	31
	31
	31

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	5.8	4.6									10.4	2	3.2
2	5.8	2									7.8	1	7.8

m	9.7

Máx. VDC	8
PCI	92
Estado	Excelente

Tabla E 3

Hoja de datos y cálculo PCI de UM139 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM139
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	M	1	6.25	9.0
28	L	1	6.25	3.9
31		1	6.25	0.9

SKETCH:

28L	22M
31	

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	9	3.9	0.9								13.8	2	10.5
2	9	2	0.9								11.9	1	12.0

m	9.4

Máx. VDC	12
PCI	88
Estado	Excelente

Tabla E 4

Hoja de datos y cálculo PCI de UM140 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM140
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	L	2	12.5	10.7
23	L	1	6.25	6.3
23	M	2	12.5	24.9
28	L	1	6.25	3.9
28	M	6	37.5	23.4
28	H	1	6.25	12.0

SKETCH:

28M	28M 22L
28M	23M
28L	23L
28M	23M
28M	
28H	28M
22L	

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	24.9	23.4	12	10.7	6.3	3.9					81.2	6	42.1
2	24.9	23.4	12	10.7	6.3	2					79.3	5	43.8
3	24.9	23.4	12	10.7	2	2					75	4	43.9
4	24.9	23.4	12	2	2	2					66.3	3	42.5
5	24.9	23.4	2	2	2	2					56.3	2	43.5
6	24.9	2	2	2	2	2					34.9	1	34.9

m	7.9

Máx. VDC	44
PCI	56
Estado	Bueno

Tabla E 5

Hoja de datos y cálculo PCI de UM141 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM141
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	L	2	12.5	10.7
22	M	1	6.25	9.0
28	L	5	31.25	15.2
28	M	1	6.25	5.0
29	L	3	18.75	5.8

SKETCH:

29L	
29L	29L
28L 22L	
28L 22L	
28L	28M
28L 22M	28L

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	15.2	10.7	9	5.8	5						45.7	5	23.8
2	15.2	10.7	9	5.8	2						42.7	4	24.3
3	15.2	10.7	9	2	2						38.9	3	24.6
4	15.2	10.7	2	2	2						31.9	2	26.0
5	15.2	2	2	2	2						23.2	1	23.2

m	8.8

Máx. VDC	26
PCI	74
Estado	Muy bueno

Tabla E 6

Hoja de datos y cálculo PCI de UM142 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM142
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
21	M	1	6.25	11.6
22	L	1	6.25	4.8
22	H	1	6.25	14.9
28	L	2	12.5	7.1

SKETCH:

	21M
	22H
	28L
22L	
28L	

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	14.9	11.6	7.1	4.8							38.4	4	24.5
2	14.9	11.6	7.1	2							35.6	3	22.2
3	14.9	11.6	2	2							30.5	2	24.9
4	14.9	2	2	2							20.9	1	20.9

m	8.8

Máx. VDC	25
PCI	75
Estado	Muy bueno

Tabla E 7

Hoja de datos y cálculo PCI de UM143 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM143
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
21	L	2	12.5	10.2
28	L	3	18.75	10.0
39	M	1	6.25	2.5

SKETCH:

	28L
28L	
28L	
21L	21L
	39M

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	10.2	10	2.5								22.7	3	12.9
2	10.2	10	2								22.2	2	17.8
3	10.2	2	2								14.2	1	14.2

m	9.3

Máx. VDC	18
PCI	82
Estado	Muy bueno

Tabla E 8

Hoja de datos y cálculo PCI de UM144 - Calle Las Dalias (cerca a Av. Independencia)

EVALUACIÓN DE PAVIEMENTOS RÍGIDOS (ASTM D6433)					
TRAMO:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	SECCIÓN:	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	UNIDAD DE MUESTRA:	UM144
TESIS:	Evaluación y control de las vías urbanas en el distrito de Castilla, mediante un sistema de información geográfica (SIG)	FECHA:	04/06/2022	NÚMERO DE LOSAS:	16

TIPO DE FALLA

21. Levantamiento / Pandeo	31. Agregado pulido
22. Fisura de esquina	32. Popouts
23. Losa dividida	33. Bombeo
24. Fisura de durabilidad "D"	34. Punzonamiento
25. Escalonamiento	35. Cruce de vía férrea
26. Daño en el sello de la junta	36. Descascaramiento, mapa de fisuras, craquelado
27. Desnivel carril-berma	37. Fisuras de contracción
28. Fisuras lineales	38. Descascaramiento de
29. Parches grandes y cortes	39. Descascaramiento de
30. Parches pequeños	

TIPO DE FALLA	SEVERIDAD	N° LOSAS	DENSIDAD %	VALOR DEDUCIDO
22	L	2	12.5	10.7
31		11	68.75	8.3

SKETCH:

31	31
31 22L	31 22L
31	31
31	31
31	
31	31

#	VALORES DEDUCIDOS										Total	q	VDC
1	10.7	8.3									19	2	15.1
2	10.7	2									12.7	1	12.7

m	9.2

Máx. VDC	15
PCI	85
Estado	Excelente

Apéndice F Base de datos de la zona evaluada ingresada a ArcMap

Tabla F 1

Base de datos de calles evaluadas con pavimento flexible

ID	Sección	Longitud	Ancho_calz	N_UM	Rango_UM	Tipo_pav	PCIs	Estado
1	Las Dalias (cerca a Av. Guardia Civil)	350	6	10	UM1 - UM10	Flexible	9	Fallado
2	Los Capulíes	284.5	6	8	UM11 - UM18	Flexible	30	Pobre
3	Av. Cayetano Heredia	66.5	10	3	UM19 - UM21	Flexible	10	Fallado
4	Los Geranios	411.6	6	11	UM22 - UM32	Flexible	56	Bueno
5	Los Girasoles	228.7	6	6	UM33 - UM38	Flexible	63	Bueno
6	Las Carolinas	176.6	6	5	UM39 - UM43	Flexible	2	Fallado
7	Las Begonias	74.5	6	2	UM44 - UM45	Flexible	0	Fallado
9	Los Jacintos	177.3	6	5	UM46 - UM50	Flexible	13	Muy pobre
10	Camelias S1	110.4	6	3	UM51 - UM53	Flexible	6	Fallado
12	Camelias S2	143.4	6	4	UM54 - UM57	Flexible	43	Regular
14	Los Ébanos	232.4	6	6	UM58 - UM63	Flexible	80	Muy bueno
15	Los Rosales	340.5	6	9	UM64 - UM72	Flexible	20	Muy pobre
16	Los Almendros	284.7	6	8	UM73 - UM80	Flexible	21	Muy pobre
17	Las Amapolas S1	167.1	6	5	UM81 - UM85	Flexible	38	Pobre
18	Las Amapolas S2	71.4	6	2	UM86 - UM87	Flexible	14	Muy pobre
19	Los Cidras	171	6	5	UM88 - UM92	Flexible	76	Muy bueno
21	Los Ceibos	277.7	6	8	UM93 - UM100	Flexible	36	Pobre
22	Los Claveles	170.2	6	5	UM101 - UM105	Flexible	0	Fallado
24	Los Juncos	349.5	6	10	UM106 - UM115	Flexible	26	Pobre
25	Los Fresnos S1	118	6	3	UM116 - UM118	Flexible	0	Fallado

ID	Sección	Longitud	Ancho_calz	N_UM	Rango_UM	Tipo_pav	PCIs	Estado
27	Los Fresnos S2	152	6	4	UM119 - UM122	Flexible	0	Fallado
30	Los Cardos	473.2	6	13	UM123 - UM135	Flexible	1	Fallado
31	S/N entre Cardos e Independencia	48.7	6	1	UM136	Flexible	0	Fallado

Tabla F 2

Base de datos de calles evaluadas con pavimento rígido

ID	Sección	Longitud	Ancho_calz	N_losas_(2_ancho)	Losas_UM	N_UM	Rango_UM	Tipo_pav	PCIs	Estado
32	Las Dalias (cerca a Av. Independencia)	195.8	6	128	16	8	UM137 - UM144	Rígido	79	Muy bueno

Tabla F 3

Base de datos de calles no evaluadas con pavimento semirrígido y rígido

ID	Sección	Longitud	Ancho_calz	Tipo_pav
8	Las Begonias PSR	224.6	6	Semirrígido
11	Camelias PSR1	23.3	6	Semirrígido
13	Camelias PSR2	20.8	6	Semirrígido
20	Los Cidras PSR	49.5	6	Semirrígido
23	Los Claveles PSR	54.7	6	Semirrígido
26	Los Fresnos PSR	10.9	6	Semirrígido
28	Los Fresnos PR	11.5	6	Rígido
29	Los Cardos PR	10	6	Rígido

Apéndice G Mapas temáticos

UNIVERSITAS STUDIORUM PIURENSIS

LEYENDA

- Flexible
- Rígido
- Semirrígido

TESIS:

EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

MAPA:

MAPA DE VÍAS POR TIPO DE PAVIMENTO

UBICACIÓN:	SISTEMA DE COORDENADAS:	ELABORADO POR:	
URB. MIRAFLORES – CASTILLA – PIURA - PIURA	UTM - WGS84 - 17S	BACH.ING. GUSTAVO OLIVARES MORANTE BACH.ING. ENRIQUE ARMANDO IPANAQUE VALLADARES	
	FECHA: 11/12/2022	ESCALA: 1:3500	MAPA: M-01

LEYENDA

- No evaluado
- Fallado
- Muy pobre
- Pobre
- Regular
- Bueno
- Muy bueno
- Excelente

TESIS:

EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

MAPA:

MAPA DE VÍAS POR ESTADO DE DETERIORO SEGÚN PCI

UBICACIÓN:	SISTEMA DE COORDENADAS:	ELABORADO POR:	
URB. MIRAFLORES - CASTILLA - PIURA - PIURA	UTM - WGS84 - 17S	BACH. ING. GUSTAVO OLIVARES MOSANTE BACH. ING. ENRIQUE ARMANDO IPANAQUE VALLADARES	
	FECHA: 11/12/2022	ESCALA: 1:3000	MAPA: M-02

LEYENDA

- No evaluado
- Fallado
- Muy pobre
- Pobre
- Regular
- Bueno
- Muy bueno
- Excelente

TESIS:
EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

MAPA:
MAPA DE VÍAS POR ESTADO DE DETERIORO DE CADA UNIDAD DE MUESTRA SEGÚN PCI

UBICACIÓN:	SISTEMA DE COORDENADAS:	ELABORADO POR:	
DIS. AMARILLOS - CASTILLA - PIURA - PIURA	UTM - WGS84 - 17S	BACH. ING. GUSTAVO OLIVARES NORIANTE BACH. ING. ENRIQUE ARMANDO PANTALEÓN VALLADARES	
	FECHA: 10/12/2022	ESCALA: 1:3500	MAPA: M-08

TESIS:

EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

MAPA:

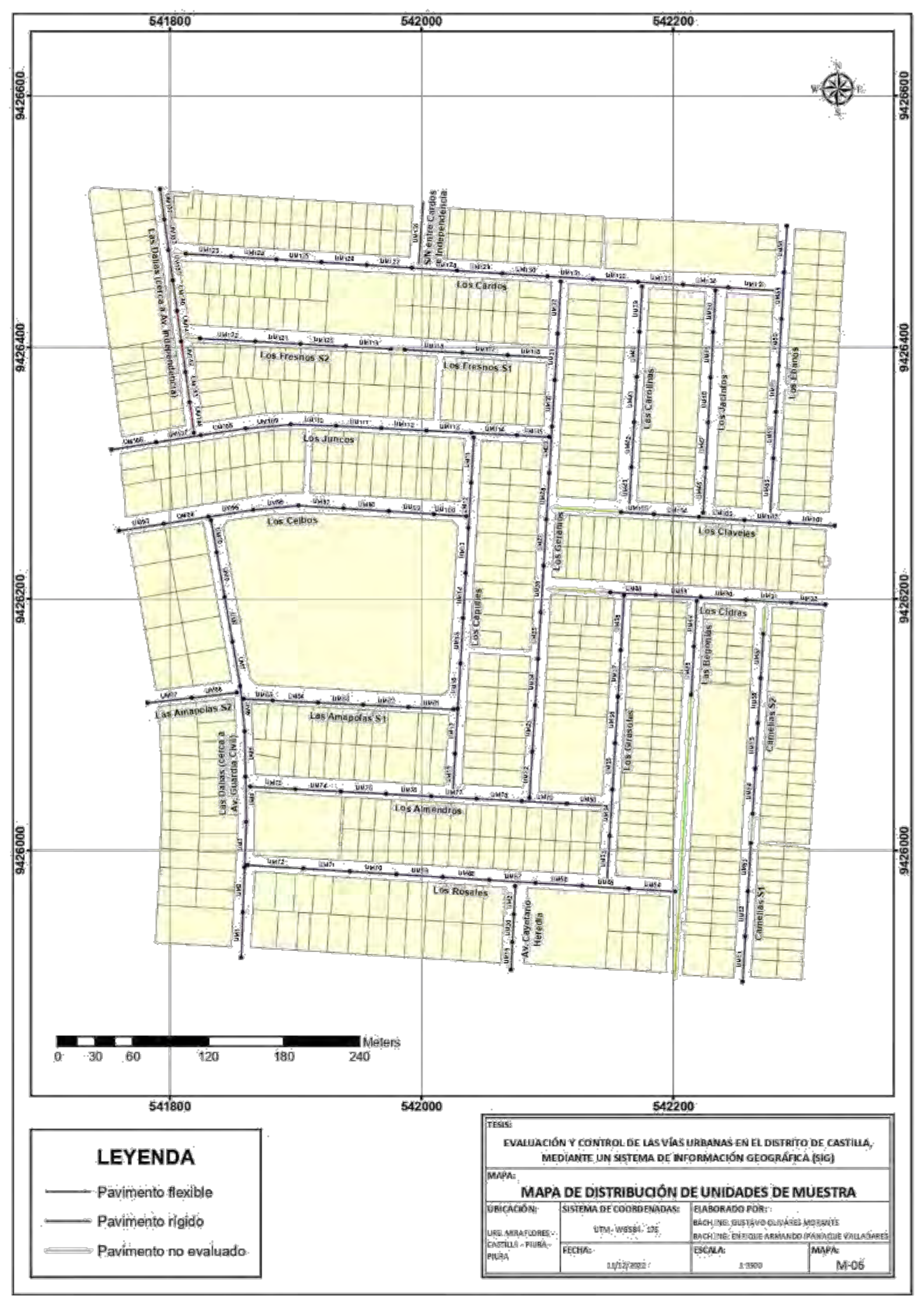
MAPA DE VÍAS POR TIPO DE FALLA PRINCIPAL

UBICACIÓN:	SISTEMA DE COORDENADAS:	ELABORADO POR:	
URB. AMAPOLAS - CASTILLA - PIURA - PIURA	UTM - WGS84 - 17S	BACH. ING. GUSTAVO OLIVARES MORANTE BACH. ING. ENRIQUE ARMANDO IPANAQUE VALLADARES	
	FECHA: 01/12/2023	ESCALA: 1:3500	MAPA: M-04

LEYENDA

- No evaluado
- 15/04/2022
- 21/05/2022
- 09/04/2022
- 07/05/2022
- 04/06/2022

TESIS: EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)			
MAPA: MAPA DE VÍAS POR FECHA DE INSPECCIÓN			
UBICACIÓN: URB. GIRASOLES - CASTILLA - PIURA - PIURA	SISTEMA DE COORDENADAS: UTM - WGS84 - 17S	ELABORADO POR: BACH. ING. GUSTAVO OLIVARES MORANTE BACH. ING. ENRIQUE ARMANDO PANAQUE VILLADARES	
	FECHA: 11/10/2022	ESCALA: 1:5000	MAPA: M-05



LEYENDA

- Pavimento flexible
- Pavimento rígido
- Pavimento no evaluado

TESIS:

EVALUACIÓN Y CONTROL DE LAS VÍAS URBANAS EN EL DISTRITO DE CASTILLA, MEDIANTE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

MAPA:

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES DE MUESTRA

UBICACIÓN:	SISTEMA DE COORDENADAS:	ELABORADO POR:
URB. MERAFLORES - CASTILLA - PIURA - PIURA	UTM - WGS84 - 17S	BACH. ING. GUSTAVO OLIVARES MORANTE BACH. ING. ENRIQUE ARMANDO PANIAGUA VALLADARES
	FECHA: 11/12/2022	ESCALA: 1:3500 — MAPA: M-06