



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV.LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Cristian Jesus Gaspar Espinoza

**Asesor:**

Jorge Luis Canta Honores

Lima – Perú

2018

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignado, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Cristian Jesus Gaspar Espinoza**, denominada:

**“PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV.LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016”**

---

Ing. Jorge Luis Canta Honores

**ASESOR**

---

Ing. Gustavo Adolfo Aybar Arriola

**PRESIDENTE**

**JURADO**

---

Ing. Manuel Nahon Vidal Velásquez

**JURADO**

---

Ing. Fanny Rita Valdivieso García

**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico la presente tesis:

*A mi madre, quien siempre confió en mí y me dio su apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional.*

*A mi compañera de vida y profesional, por su completo respaldo.*

*Y a mis compañeros, con quienes compartí aulas y horas de esfuerzo.*

## AGRADECIMIENTO

A cada una de las personas que participaron de la investigación, brindándome su apoyo y valiosas críticas. Así también a los docentes que me formaron como Ingeniero Civil, a lo largo de los 5 años de esfuerzo que ahora vienen rindiendo sus frutos.

Mis más sinceras gracias a la Mg. Dionisia Rosa Aguirre Gaspar, quien me brindó las facilidades para realizar la presente tesis durante mis prácticas pre profesionales.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>APROBACIÓN DE LA TESIS</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>ix</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO 1. REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>14</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema de investigación.....	19
1.2.1. Problema general.....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Justificación.....	20
1.3.1. Justificación aplicativa.....	20
1.3.2. Justificación teórica.....	20
1.4. Alcance.....	21
1.5. Limitaciones.....	21
1.6. Objetivos.....	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos.....	22
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
2.1. Antecedentes.....	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
2.2. Bases Teóricas.....	26
2.2.1. Sistema de Conservación de Pavimentos.....	26
2.2.2. Concepto tradicional de la Conservación Vial.....	28
2.2.3. Concepto de la Conservación Vial Efectiva.....	29
2.2.4. Evaluación de Pavimentos.....	31
2.2.5. Índice de Condición de Pavimento como herramienta de evaluación.....	34
2.3. Definiciones de términos básicos.....	36
<b>CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS</b> .....	<b>53</b>
3.1. Formulación de la Hipótesis.....	53
3.1.1. Hipótesis general.....	53

3.1.2.	Hipótesis específicas.....	53
3.2.	Operacionalización de Variables .....	53
3.2.1.	Variable independiente.....	53
3.2.2.	Variable dependiente .....	53
<b>CAPÍTULO 4.</b>	<b>INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>57</b>
4.1.	Diseño de la investigación.....	57
4.2.	Población y muestra de la investigación .....	57
4.2.1.	Unidad de estudio .....	57
4.2.2.	Población.....	57
4.2.3.	Muestra.....	57
4.3.	Técnicas, procedimientos e instrumentos .....	61
4.3.1.	Instrumentos para recolección de datos .....	61
4.3.2.	Técnicas y procedimientos para analizar datos.....	62
	Fase I: Registro en campo y estimación del PCI.....	62
	Fase II: Planificación de las intervenciones.....	68
<b>CAPÍTULO 5.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>75</b>
5.1.	Registro vial, estimación del PCI y planificación de intervenciones .....	75
5.1.1.	Definición de tramos, sección y unidades de muestreo .....	75
5.1.2.	Fase I: Registro en campo y estimación del PCI.....	77
5.1.3.	Fase II: Planificación de las intervenciones.....	79
5.2.	Compendio de resultados.....	127
<b>CAPÍTULO 6.</b>	<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>128</b>
<b>CAPÍTULO 7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>130</b>
<b>CAPÍTULO 8.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>131</b>
<b>CAPÍTULO 9.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>132</b>
<b>ANEXO A.</b>	<b>Matriz de consistencia .....</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO B.</b>	<b>Validación de instrumentos.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO C.</b>	<b>Valores deducidos de daño .....</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO D.</b>	<b>Valor deducido corregido .....</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO E.</b>	<b>Registro de fallas y estimación del PCI.....</b>	<b>149</b>
<b>ANEXO F.</b>	<b>Panel Fotográfico .....</b>	<b>190</b>
<b>ANEXO G.</b>	<b>Formatos 01 Y 02 .....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO H.</b>	<b>Secciones 01 y 02, av.Lomas de Carabayllo.....</b>	<b>196</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pilares para el desarrollo económico, Perú 2017-2016.....	14
Tabla 2. Índices de Calidad de Infraestructura 2017-2018. ....	14
Tabla 3. Brecha: Sector Transporte.....	16
Tabla 4. Jerarquización de la red vial peruana.....	17
Tabla 5. Tipo de superficie de rodadura. ....	17
Tabla 6. Intervenciones programadas en la Red Vial Nacional. ....	18
Tabla 7. Secuencia de actividades de mantenimiento.....	28
Tabla 8. Indicadores de estado del pavimento, según tipo de evaluación. ....	31
Tabla 9. <i>Indicadores para la evaluación funcional</i> .....	32
Tabla 10. Metodologías de Inspección Visual.....	33
Tabla 11. Categoría de fallas del pavimento flexible. ....	36
Tabla 12. Severidad y medida, piel de cocodrilo. ....	39
Tabla 13. Severidad y medida, exudación. ....	40
Tabla 14. Severidad y medida, agrietamiento en bloque.....	41
Tabla 15. Severidad y medida, abultamientos y hundimientos. ....	42
Tabla 16. Severidad y medida, corrugación.....	42
Tabla 17. Severidad y medida, depresión.....	43
Tabla 18. Severidad y medida, grieta de borde.....	44
Tabla 19. Severidad y medida, grieta de reflexión de junta. ....	44
Tabla 20. Severidad y medida, desnivel carril / berma. ....	45
Tabla 21. Severidad y medida, grietas longitudinales y transversales. ....	46
Tabla 22. Severidad y medida, parcheo. ....	47
Tabla 23. Severidad y medida, pulimiento de agregados. ....	47
Tabla 24. Severidad y medida, huecos.....	48
Tabla 25. Condiciones de severidad para huecos.....	48
Tabla 26. Severidad y medida, cruce de vía férrea. ....	48
Tabla 27. Severidad y medida, ahuellamiento. ....	49
Tabla 28. Severidad y medida, desplazamiento.....	50
Tabla 29. Severidad y medida, grieta parabólica. ....	51
Tabla 30. Severidad y medida, hinchamiento. ....	51
Tabla 31. Severidad y medida, desprendimiento de agregados. ....	52
Tabla 32. Operacionalización de la variable independiente.....	54
Tabla 33. Operacionalización de la variable dependiente. ....	55
Tabla 34. <i>Unidad de medición, según tipo de falla en el pavimento flexible</i> .....	56
Tabla 35. Longitudes de unidades de muestreo.....	59
Tabla 36. Materiales e instrumentos para recolección de datos. ....	62

Tabla 37. Cuadro de cuantificación y clasificación de red vial.....	68
Tabla 38. Tratamiento según la categorización del PCI .....	69
Tabla 39. Costos de Mantenimiento sugerido. ....	70
Tabla 40. Ratios de deterioro referenciales. ....	71
Tabla 41. Horizonte de Evaluación a considerar según el SNIP.....	71
Tabla 42.Descomposición de la Red Vial.....	75
Tabla 43. Dimensiones del tramo - Av. Las Lomas de Carabayllo.....	75
Tabla 44. Dimensiones de la Sección 01 y 02. ....	75
Tabla 45. Dimensiones de Unidades de Muestreo. ....	77
Tabla 46.Resumen de resultados de las secciones 1 y 2.....	78
Tabla 47. Red vial bajo jurisdicción del gobierno local de Carabayllo.....	79
Tabla 48. Resumen de condición del Tramo 01, Av. Lomas de Carabayllo. ....	79
Tabla 49. Criterios que definen un mantenimiento rutinario.....	80
Tabla 50. Criterios que definen un mantenimiento periódico. ....	80
Tabla 51. Acciones por categoría de mantenimiento.....	80
Tabla 52.Criterios que definen una rehabilitación. ....	81
Tabla 53 Acciones de rehabilitación según vida residual de la vía. ....	81
Tabla 54. Datos del Tramo 01, Av. Lomas de Carabayllo. ....	82
Tabla 55.Resumen de resultados. Situación: Sin intervención. ....	87
Tabla 56. Costo Anual de reparación en valor presente. Situación: Sin intervención.....	87
Tabla 57. Resumen de resultado, situación: SCP Tradicional. ....	98
Tabla 58. Costo Anual de reparación en valor presente. SCP Tradicional.....	98
Tabla 59. Resumen de resultados, situación: SCP Preventivo.....	122
Tabla 60. Costo Anual de reparación en valor presente. Situación: SCP Preventivo. ....	123
Tabla 61. Frecuencia mínima sugerida.....	127

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Desarrollo del indicador " Calidad de Carreteras" .....	15
Figura 2. Niveles de la Red Vial Peruana. ....	17
Figura 3. Ilustración conceptual de la evolución del PCI frente al gasto de intervención. ....	27
Figura 4. Ciclo vial perverso, concepto tradicional de conservación vial. ....	28
Figura 5. Concepto tradicional de conservación vial y conservación vial efectiva. ....	29
Figura 6. Comparación de costos de reparación vial en diferentes estados. ....	29
Figura 7. Efectos intervenciones de mantenimiento y rehabilitación. ....	31
Figura 8. Índice de condición del Pavimento y escala de clasificación. ....	35
Figura 9. Ejemplo de la descomposición de una Red Vial Local. ....	57
Figura 10. Identificación de tramo y sección. ....	59
Figura 11. Ejemplo de muestreo sistemático aleatorio. ....	61
Figura 12. Formato de inventariado de vías. ....	64
Figura 13. Beneficios de convenio Gobierno-Universidad. ....	65
Figura 14. Prelación de intervención según SCP Preventivo. ....	73
Figura 15. Registro de la vía inspeccionada. ....	77
Figura 16. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: Sin Intervención. ....	88
Figura 17. Desarrollo del CAR del Pavimento en Tramo 01. Situación: Sin Intervención. ....	89
Figura 18. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: SCP Tradicional. ....	99
Figura 19. Desarrollo del CAR del pavimento. Situación: SCP Tradicional. ....	100
Figura 20. Desarrollo evolutivo del incremento del PCI respecto al año anterior. ....	122
Figura 21. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: SCP Preventivo. ....	124
Figura 22. Desarrollo del CAR del pavimento. Situación: SCP Preventivo. ....	125

## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo evaluar la incidencia de la priorización de asignación de recursos económicos para el tratamiento de pavimentos sobre la condición funcional de la vía en evaluación. Para dicho fin se ha desarrollado un análisis comparativo en el marco de implementación de un Sistema de Conservación de Pavimentos de enfoque local; frente a modelos que representan la situación actual de la gestión en gobiernos locales. Mediante la investigación se pretende brindar mayores alcances para la aplicación del sistema mencionado, resaltando su carácter preventivo para la reposición de las condiciones funcionales de la vía y a su vez contribuya al aprovechamiento de los recursos, que en muchos casos para los gobiernos locales son limitados.

El trabajo consta de cinco partes, siendo la primera el Capítulo 1. Realidad problemática, donde se da una visión de la situación de nuestro país evidenciando la tendencia negativa que afronta en el rubro de infraestructura de transporte vial, específicamente en las jurisdicciones correspondientes a la red regional y de caminos vecinales. También se describe las posibles causas que pueden generar la situación de desatención a la conservación de vías en las jurisdicciones señaladas; aterrizando en la necesidad de contar con una metodología de mantenimiento de enfoque local y adaptable a las condiciones económicas de determinado gobierno. En ese contexto surge la interrogante ¿De qué manera incide la priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, con la aplicación del PCI, en la condición funcional? Que conforma el problema general y a su vez los objetivos de estudio.

En la segunda parte, Capítulo 2. Marco Teórico, se presentan los antecedentes nacionales e internacionales, cabe mencionar que el presente trabajo se fundamenta en el artículo denominado “Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para municipalidades y gobiernos locales”, por lo tanto conforma la fuente principal de la tesis. En cuanto a las bases teóricas se señalan conceptos fundamentales como el sistema de conservación de pavimentos y la conservación efectiva, también se brinda una descripción básica de los métodos de evaluación más representativos, haciendo mayor referencia a la metodología PCI pues se ha considerado como la más apropiada para nuestro medio.

En la tercera parte, Capítulo 3. Hipótesis, se identifica la hipótesis general y específicas en conjunto a las variables de estudio; siendo la variable independiente el fondo

de inversión anual que representa la asignación de recursos para el tratamiento vial y la variable dependiente representado por la condición funcional en el horizonte de evaluación establecido.

En la cuarta parte, Capítulo 4. Investigación, se presentan criterios para el reconocimiento de unidades de muestreo, identificando secciones y tramos que componen una población. También se describen los requisitos para el correcto desarrollo de los procedimientos para el análisis de datos, para lo cual se ha dividido el sistema de conservación de pavimentos en dos fases, la primera denominada registro en campo y estimación del PCI y la segunda como planificación de intervenciones.

En la quinta parte se agrupan los resultados, conclusiones, discusión y recomendaciones del estudio realizado. Para ello se realizó una comparación entre el sistema de conservación de carácter preventivo y modelos que representan la gestión en gobiernos locales obteniendo una denotada diferencia en términos de la condición funcional futura y económicos, permitiendo concluir que la asignación del fondo de inversión anual logra incrementar significativamente el estado de la vía.

Finalmente, se espera con este trabajo contribuir al campo de la gestión vial y a su vez conformar una línea de investigación para los estudiantes de Ingeniería Civil.

**Palabras claves:** conservación de pavimentos, priorización, tratamiento, preventivo, reactivo y condición funcional.

## ABSTRACT

The thesis has as main objective is to evaluate the incidence of the prioritization of the allocation of economic resources for the treatment of pavements on the functional condition of the evaluated road. For this purpose, a comparative analysis has been developed in the framework of the implementation of a Local Conservation Pavement System; in front of models that represent the current situation of management in local governments. The research aims to provide greater scope for the application of the aforementioned system, highlighting its preventive nature for the replacement of the functional conditions of the road and in turn contribute to the use of resources, which in many cases for local governments are limited.

The work consists of five parts, the first being Chapter 1. Problematic reality, where a vision of the situation of our country is given evidencing the negative trend that it faces in the field of road transport infrastructure, specifically in the jurisdictions corresponding to the regional network and neighborhood roads. It also describes the possible causes that can cause the situation of inattention to the conservation of roads in the indicated jurisdictions; landing on the need to have a maintenance methodology with a local focus and adaptable to the economic conditions of a given government. In this context, the question arises: in what way does prioritization affect the allocation of annual resources on the functional condition of the road? That makes up the general problem and in turn the study objectives.

In the second part, Chapter 2. Theoretical Framework, the national and international antecedents are presented, it is worth mentioning that the present work is based on the article called "Proposed Pavement Management System for municipalities and local governments", therefore the main source of the thesis. As regards the theoretical bases, fundamental concepts such as the pavement conservation system and effective conservation are pointed out, it also provides a basic description of the most representative evaluation methods, making greater reference to the PCI methodology, since it has been considered as the most appropriate for our environment.

In the third part, Chapter 3. Hypothesis, the general and specific hypothesis are identified together with the study variables; the independent variable being the annual investment fund that represents the allocation of resources for road treatment and the

dependent variable represented by the functional condition in the established evaluation horizon.

In the fourth part, Chapter 4. Research, criteria for the recognition of sampling units are presented, identifying sections and sections that make up a population. The requirements for the correct development of the procedures for data analysis are also described, for which the pavement conservation system has been divided into two phases, the first called field registration and PCI estimation and the second as planning interventions

In the fifth part the results, conclusions, discussion and recommendations of the study are grouped. To this end, a comparison was made between the preventive conservation system and models that represent management in local governments obtaining a marked difference in terms of future functional and economic conditions, allowing to conclude that the allocation of the annual investment fund manages to significantly increase the state of the road.

Finally, this work is expected to contribute to the field of road management and in turn to establish a line of research for Civil Engineering students.

**Keywords:** pavement conservation, prioritization, treatment, preventive, reactive and functional condition.

## CAPÍTULO 1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En setiembre del año 2017, durante el Foro Económico Mundial (World Economic Forum-WEF) fue presentado el “Informe Global de Competitividad 2017-2018”, donde se evalúa el desempeño económico de 137 países. Dicho reporte sitúa a Perú en el puesto 72 a nivel mundial, posicionándose como la séptima economía de Latinoamérica y el Caribe, a la vez mantiene la tercera posición en Sudamérica. En el siguiente cuadro se aprecia que nuestra economía retrocedió en 7 pilares de 12 evaluados por la WEF respecto al periodo anterior, sin embargo hay que apreciar que se ha dado una mejora en otros 4 pilares, según se muestra a continuación.

Tabla 1. Pilares para el desarrollo económico, Perú 2017-2016.

Pilares	2017-2018		2016-2017	
	Posición	Valor	Posición	Valor
1 ↓ Instituciones	116	3.2	106	3.4
2 ↑ Infraestructura	86	3.8	89	3.6
3 ↓ Entorno Macroeconómico	37	5.4	33	5.4
4 ↑ Salud y Seducción Primaria	93	5.4	98	5.3
5 ↓ Educación Superior y Capacitación	81	4.1	80	4.1
6 ↓ Eficiencia del Mercado de Bienes	75	4.3	65	4.4
7 ↓ Eficiencia del Mercado Laboral	64	4.3	61	4.3
8 ↓ Desarrollo del Mercado Financiero	35	4.5	26	4.8
9 ↑ Preparación Tecnológica	86	3.7	88	3.6
10 - Tamaño de Mercado	48	4.5	48	4.4
11 ↓ Sofisticación de Negocios	80	3.8	78	3.8
12 ↑ Innovación	113	2.8	119	2.8

Fuente: Centro de Desarrollo Industrial, 2017.

Uno de los pilares que ha mejorado es el de Infraestructura (89 a 86), donde se valuó 9 índices de calidad según se establece en la Tabla 2. Índices de Calidad de Infraestructura 2017-2018; donde se aprecia la situación actual del segundo pilar.

Tabla 2. Índices de Calidad de Infraestructura 2017-2018.

Índice de calidad de infraestructura	Posición <sup>(*)</sup>	Valor
Calidad de la infraestructura global <sup>(**)</sup>	111	3.1
Calidad de carreteras	108	3.0
Calidad de la infraestructura ferroviaria	87	2.0
Calidad de la infraestructura de portuaria	83	3.7
Calidad de la infraestructura de transporte aéreo	85	4.1

Fuente: World Economic Forum, 2017.

(\*) Ranking de 137 países.

(\*\*) Incluye transportes, telefonía y energía  
(1=subdesarrollado, 7=eficiente)

Se denota que el índice relativo a la calidad de carreteras presenta la posición más relegada respecto a los demás. Así mismo se puede observar en el siguiente gráfico el desarrollo de este indicador a partir del año 2008 hasta la actualidad.

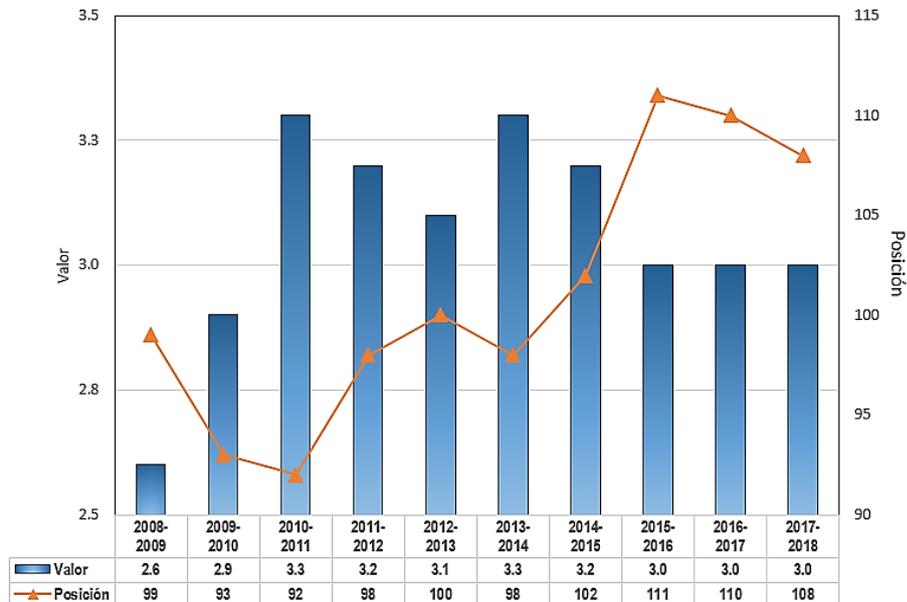


Figura 1. Desarrollo del indicador "Calidad de Carreteras"

Fuente: WEF, 2017.

Dicho indicador experimenta un crecimiento nulo en su valor desde el 2015, el cual ha permitido escalar posiciones ligeramente, sin embargo es importante diferenciar que durante el quinquenio anterior a este periodo se experimentó un desarrollo superior y con mejor posicionamiento. Estos valores dan muestra de que no se han realizado las acciones necesarias para mejorar la calidad en las carreteras del Perú y como consecuencia de ello nuestra economía sufre una tendencia negativa que se traduce en el retroceso de posiciones en competitividad año a año.

De esta forma, la infraestructura vial conforma un punto vital para el impulso económico en el país, integrando espacialmente a los mercados locales, a la vez contribuye al desarrollo de actividades privadas, de este modo influye en gran manera a las decisiones de producción y de consumo de las empresas y de la población.

En este sentido, González del Águila (2009) señala que el mal estado de una vía influye en tres factores:

- Comodidad y seguridad del viaje, severamente deterioradas.
- Costos de operación y los tiempos de viaje de los vehículos que utilizan la carretera aumentan sensiblemente.
- La inversión en las vías aumenta, pues los procesos de reposición que se requieren cuando los pavimentos han alcanzado un nivel alto de deterioro, son mucho mayores que cuando el mantenimiento se realiza oportunamente. (p.10)

### Brecha de Infraestructura Vial

Según la base presentada por el Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025, se estima una brecha de US\$ 57 499 millones de dólares americanos para el sector transporte, siendo el sub sector denominado “Carreteras” el eje principal para el cierre de dicha brecha, pues conforma el 55.39% del total necesario para una infraestructura de transporte adecuada.

Tabla 3. Brecha: Sector Transporte.

Sector	Brecha a mediano plazo 2016-2020*	Brecha a largo plazo 2016-2025*
Transporte	21,253	57,499
Ferrocarriles	7,613	16,983
Carreteras	11,184	31,850
Aeropuertos	1,419	2,378
Puertos	1,037	6,287

Fuente: Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico, 2015.

\*Cifras dadas en Millones de dólares americanos.

Actualmente la red vial del Perú está organizada en tres niveles: (i) Red primaria o nacional, (ii) Red secundaria o departamental (Regional) y (iii) Red Terciaria o caminos vecinales. Así mismo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), en su publicación virtual denominada “Intervenciones en la Red Vial Nacional” señala que la longitud de la red vial registrada es de 166 114 Km de extensión; de los cuales 26 436 Km (15.90%) son carreteras nacionales son competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; 25 012 Km (15.10%) son carreteras departamentales y están bajo la jurisdicción de Gobiernos Regionales y 114 665 Km (69.00%) son caminos vecinales, que están bajo responsabilidad de Gobiernos Locales.

Tabla 4. Jerarquización de la red vial peruana.

Categoría	Pavimentado	%	No Pavimentado	%	R.V.Existente	%
Red Primaria o Nacional	18,420	69.7%	8,016	30.3%	26,436	15.9%
Red Secundaria o Regional	2,430	9.7%	22,582	90.3%	25,012	15.1%
Red de Caminos vecinales	1,925	1.7%	112,741	98.3%	114,666	69.0%
Total (Km)					166,114	100%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016.

Obtenido de: <http://www.proviasnac.gob.pe/frmDocumentosdeInteres.aspx?idMenu=957>.



Figura 2. Niveles de la Red Vial Peruana.

Fuente: MTC, 2016.

Así mismo es importante señalar que en lo concerniente a la superficie de rodadura de la red vial, predominan las vías a nivel de trocha o afirmadas (86,29%), siendo minoría las vías pavimentadas (13.71%).

Tabla 5. Tipo de superficie de rodadura.

	Longitud	Porcentaje
Red Vial	116 114 Km	100%
<b>Superficie de Rodadura</b>		
Vía pavimentada	22 775 Km	13.71%
Vía a nivel de trocha	143 339 Km	86,29%

Fuente: MTC, 2016.

Los registros de la red vial peruana señalan que no se ha puesto la debida atención sobre las redes departamentales y vecinales, las cuales componen la mayor parte de nuestras carreteras, pues el porcentaje de vías asfaltadas es realmente bajo. Sin embargo, desde el año 2007, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha emprendido una iniciativa por la conservación y el desarrollo vial en el país mediante un programa de conservación denominado "Proyecto Perú 1", la cual incluye acciones de construcción, rehabilitación, mejoramiento y atención de emergencias viales. También hay que considerar que este programa promueve la participación

del sector privado, pues se busca a través de contratos periódicos trasladar el riesgo a los contratistas, pues condiciona los pagos y ejecución de penalidades según los niveles de servicio alcanzados. Dicho estándar establecido debe ser sostenido según el plazo contractual y la vez monitoreado por la supervisión o unidades zonales. En el siguiente cuadro se muestra las intervenciones realizadas en el año 2016 bajo este mecanismo.

Tabla 6. *Intervenciones programadas en la Red Vial Nacional.*

<b>Intervenciones</b>	<b>RVN Existente Definitiva</b>	<b>% RVND</b>
Obras Viales	432	2%
Mantenimiento Rutinario	2,270	9%
NdS, Proyecto Perú 1	9,975	38%
NdS, Proyecto Perú 2	4,973	19%
Concesiones	6,648	25%
Otros	2,137	8%
<b>Total (Km)</b>	<b>26,436</b>	<b>100%</b>

*Fuente: MTC, 2016.*

Si bien es importante este esfuerzo por el desarrollo vial en nuestro país, ya que tiene intervención sobre el 57% de toda la red vial primaria, también hay que hacer hincapié en que este nivel representa el 15.91% del total de las vialidades. No obstante, este mecanismo de conservación, por su enfoque sobre la red nacional, no tiene alcance sobre las demás jurisdicciones. Por lo tanto no son incluidas en la aplicación de este programa de infraestructura vial pues solo tiene efecto sobre grandes corredores económicos. Por otro lado, los gobiernos locales y regionales aún carecen de una metodología de conservación de su red vial, que sea de fácil aplicación y que ese adecue a las condiciones económicas de cada una de ellas. En nuestro medio, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante la NTE CE. 010 Pavimentos Urbanos, modificada por última vez en el año 2010, establece 07 actividades para llevar a cabo tareas de mantenimiento que van desde el inventariado de la red vial hasta el monitoreo de la calidad de los trabajos post-intervención; sin embargo no se señalan metodologías ni herramientas para ejecutar dichas tareas.

Conforme a la información presentada, es evidente la deficiencia en la red vial actual, puesto que no cumple con requerimientos que garanticen óptimas condiciones de accesibilidad, transitabilidad, seguridad y confiabilidad; sin embargo hay una latente demanda del servicio de transporte y la necesidad de integración entre ciudades, que estimulan el crecimiento económico. Esto se puede atribuir a

factores como la falta de decisión o interés político sobre el mantenimiento de las vialidades de su jurisdicción, como también a las decisiones que toman las autoridades de un gobierno local o regional; las cuales generalmente no tienen carácter técnico ni obedecen a una evaluación debidamente sustentada desde el punto de vista económico. (Bendazón, Duarte, & Hernández, 2007)

Otro factor considerable es la tendencia a actuar de forma reactiva, puesto que se tiene el concepto de reparar vías cuando se encuentran en mal estado, esperando así que su condición alcance un nivel prácticamente intransitable. Todo ello es indicio de que si esta situación de desatención a la conservación de vías persiste, nuestro país continuará en la tendencia negativa en cuanto al retroceso del índice de calidad de carreteras, lo que se verá reflejado en el incremento de la brecha de infraestructura en el sector transporte, como también en la seguridad y serviciabilidad ofrecidas a los usuarios. En consecuencia, el contar con una metodología de mantenimiento que sea adaptable a nuestra realidad es de suma importancia, pues conforma un primer paso en la conservación vial con enfoque local.

## **1.2. Formulación del problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general**

En el marco de implementación de un sistema de conservación de pavimentos adaptable a las condiciones de gobiernos locales y regionales:  
¿De qué manera incide la priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, con la aplicación del PCI, en la condición funcional?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cómo incide la priorización de asignación de recursos presupuestales en la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B?

¿Qué diferencias existen, en términos de la condición funcional del pavimento, entre un sistema de conservación preventivo respecto a un sistema de conservación tradicional?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación aplicativa**

La presente investigación surge a partir de la observación del estado de las vías en diferentes distritos del Cono Norte, que al igual que muchos otros gobiernos locales a nivel nacional, evidencian una gran deficiencia en la gestión de conservación de vías por parte de sus autoridades (lo que a mediano plazo genera mayor inversión para la restitución de las condiciones óptimas del pavimento), así como la necesidad de adoptar una metodología para evaluación y toma de decisiones para la adecuada y oportuna conservación de una estructura vial; que a través de su aplicación contribuya al ahorro de recursos. En este sentido, la investigación conlleva una evaluación de la condición funcional de la vía y aplicación de modelos de conservación sobre la Av. Lomas de Carabayllo, sin embargo puede ser generalizada a gobiernos locales y regionales.

#### **1.3.2. Justificación teórica**

El índice de condición del pavimento es una metodología integral y estandarizada por la Asociación Americana para Ensayos y Materiales en la norma D6433 "*Procedimiento estándar para la inspección del Índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos*". Aplicable en pavimentos flexibles y rígidos, disponible en los modelos actuales de la gestión vial en Sudamérica. Esta herramienta es de fácil implementación ya que no requiere de equipamiento especializado, evalúa la condición superficial de la vía afectada por el deterioro del pavimento en función al tipo de daño, severidad y densidad del mismo a través de la inspección visual.

La metodología presentada es la principal herramienta aplicada en la primera fase del sistema de conservación de pavimentos, donde se busca caracterizar el tramo de vía seleccionado por su condición. En la fase posterior se realiza el análisis del deterioro progresivo de la condición del pavimento en un horizonte de 20 años, lo que finalmente se traducirá en costos anuales de reparación para intervenciones en un tramo de vía del distrito de Carabayllo.

#### 1.4. Alcance

La presente es una investigación descriptiva, pues se pretende evaluar el efecto que conlleva cada modelo en su aplicación sobre la condición funcional del pavimento. Para ello se tiene en consideración un modelo de conservación de carácter preventivo frente a otros dos modelos aplicados por gobiernos locales. A su vez, se encuentra enmarcada dentro del ámbito de la Ingeniería Civil y bajo la aplicación de la norma ASTM D6433 “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos”, la cual será fuente del índice de condición de pavimento, dato fundamental para la aplicación de los modelos de conservación.

#### 1.5. Limitaciones

##### **Para el estudio de la metodología del sistema de conservación preventivo:**

La presente tesis aplica un sistema de conservación que se encuentra en proceso de implementación por parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es así que a través del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción se ha solicitado la elaboración de una propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos aplicable a cualquier gobierno distrital, provincial o regional con la finalidad de complementar y posteriormente reemplazar el actual *Capítulo 6. Mantenimiento de Pavimentos* de la NTE. CE 010. Pavimentos Urbanos. (Sotil, 2016)

El enfoque de asignación de recursos que se desarrolla en el presente trabajo se delimita dentro de los recursos económicos, expresado de mejor manera como los recursos presupuestarios disponibles para el tratamiento de pavimentos en un determinado gobierno. Por lo tanto no se extiende para otros recursos de índole humano o tecnológico.

El presente trabajo no pretende brindar una propuesta técnica para el restablecimiento de las condiciones en el tramo de vía analizado, sin embargo se presentarán aspectos importantes para la ejecución de acciones según nivel de intervención: mantenimiento rutinario o periódico y rehabilitación.

El reajuste de los denominados ratios de deterioro no es considerado objeto de análisis de esta tesis, sin embargo según la referencia “Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos Para Municipalidades y Gobiernos Locales”, estas tasas pueden ser planteadas inicialmente de forma empírica basándose en el conocimiento de la zona de aplicación. La calibración de las tasas de deterioro, contribuye directamente a una mejor predicción de la condición vial futura, una inadecuada proyección del deterioro puede ocasionar que no se realicen intervenciones efectivas.

La estimación de los costos de mantenimiento según condición funcional, no está dentro de los alcances de la presente aplicación. Sin embargo este análisis debe llevarse a cabo y ser producto de un análisis local en el nivel de gobierno donde se implemente el presente sistema

#### **Para la Inspección de la vía:**

El tránsito vehicular significa un impedimento para la evaluación detenida de las fallas y evidencias de deterioro del pavimento, Este aspecto puede ser atenuado, ya que la inspección puede realizarse en determinadas horas, tal que el tráfico no signifique una limitación importante.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar cómo incide la priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos en la condición funcional.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Determinar cómo incide la priorización de asignación de recursos presupuestales en la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.

Identificar las diferencias que existen, en términos de la condición funcional del pavimento, entre un sistema de conservación preventivo respecto a un sistema de conservación tradicional.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Vásquez Varela, L. R. (2002), en su publicación virtual presenta un documento denominado “Pavement condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia”. Esta se refiere a una recopilación de los criterios fundamentales para la aplicación del método PCI (Pavement Condition Index), basado en la norma ASTM D6433 “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos”, donde establece el procedimiento de muestreo de unidades, inventariado de fallas en pavimentos flexibles y rígidos, y la evaluación y calificación del PCI. Se describe detalladamente las fallas de los pavimentos y las formas de medición y valoración de severidad, esta recopilación de la normativa constituye la principal referencia para la evaluación de daños en pavimentos.

Morales & Sancho (2004), realizaron una investigación basada en la recopilación de temas relacionados al rubro carretero titulada “*Material de apoyo didáctico de la enseñanza aprendizaje en la asignatura de Carreteras II*”, en la Universidad Mayor de San Simón de Bolivia. La literatura señalada contempla en su décimo capítulo la evaluación de pavimentos, debido a su carácter didáctico aporta principalmente criterios para seccionar un tramo de vía y el muestreo a realizar para la determinación de un índice representativo de la vía en estudio, adicionalmente brinda el procedimiento a realizar para determinar el PCI del pavimento flexible. Los criterios para la identificación y cuantificación de cada falla son descritos en un manual de anomalías que comprende pavimentos asfálticos y rígidos.

Cruz & Palacios (2012), en su trabajo de grado para obtener la especialización en vías y transportes denominado “*Implementación de un modelo de gestión vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco urbano del municipio de La Estrella*”, aplica la metodología VIZIR, cual ha sido incluida en la guía metodológica

para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos (Instituto Nacional de Vías, 2008). Dicho método es empleado como herramienta de evaluación funcional aplicado sobre dos tramos de la calle 80, dentro de la jurisdicción del municipio La Estrella. Como resultado de dicha inspección se obtiene la clasificación de 12 secciones estudiadas mediante un plano de evaluación, donde se aprecia que las secciones en general ofrecen condiciones aceptables de serviciabilidad, exceptuando algunas cuyos índices de deterioro son categorizadas como deficientes. Es importante considerar que a partir de la identificación de secciones deficientes, proponen que estas sean consideradas como prioritarias, aportando un criterio técnico para la toma de decisiones y lograr la optimización de recursos. Este antecedente contribuye a la investigación, pues pretende establecer un modelo de gestión aplicable a pequeña escala; cuya herramienta de evaluación se componga de un mecanismo adaptable, desde el aspecto económico como la accesibilidad técnica.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Gamboa, K.P. (2009), en su tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil denominada "*Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en las Av. Las Palmeras de Piura*", aplica para la evaluación funcional la metodología PCI. Para ello se realizó el registro del tramo, identificación de secciones y muestras de la av. Las Palmeras, posterior a ello se analizaron 1200 metros de dicha vía y seleccionó 34 unidades de prueba de 232.98 m<sup>2</sup>. Como resultado se obtuvo que el tramo tenía distintos niveles de condición ya que la sección 01 se encontró en mal estado, así mismo las secciones 02 y 04, se encuentran en buen estado y las secciones 03 y 05 en regular estado. Cabe resaltar, que a pesar de no ser objetivo de la tesis se propusieron acciones genéricas para el mantenimiento y reparación de pavimentos en la vía analizada diferenciando niveles de intervención como mantenimiento rutinario o periódico y rehabilitación. Este antecedente es considerado para la investigación ya que resalta la importancia de la evaluación del pavimento para la toma de decisiones según niveles de intervención.

Rodríguez, E.D. (2009), presentó la tesis titulada “Cálculo del índice de condición de pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla” en la Universidad de Piura, la cual tiene como objetivo principal determinar el estado de la av. Luis Montero, en términos de integridad estructural y nivel de servicio que ofrece al usuario. A su vez busca obtener un indicador que permita comparar con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esa forma justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica apropiada de reparación. Para ello se emplea como herramienta de inspección el método PCI, donde la inspección e inventariado de fallas establecerán un registro de la severidad y densidad de cada una de ellas. Se consideró 600 metros lineales en cada sentido de vía, definiendo un tramo para cada sentido y 16 unidades de muestra para cada uno, haciendo un total de 32 unidades de 6.10 m de ancho de calzada por 37.50 m de longitud. Determinando que el 70% de las unidades analizadas están en un estado bueno (sección 01) y regular (sección 02), a modo de propuesta de intervención se recomendó emplear algunas técnicas de reparación para las unidades de muestra en peor estado para así mejorar el promedio de la sección. Este antecedente hace un reconocimiento de las fallas que más afectan a la condición del pavimento en las unidades de muestreo que evalúa el autor a través del valor deducido, el cual es un término que representa el deterioro presente.

Rabanal, J.E. (2014), en su tesis presentada para la obtención del título de Ingeniero Civil denominada “*Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía Evitamiento Norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento. Cajamarca*”, en la Universidad Privada del Norte, tiene como objetivo principal realizar el análisis del estado del pavimento flexible en la vía mencionada, mediante el inventariado de fallas, evaluación de severidad y análisis por tramo seleccionado. Determinando finalmente para el tramo 01 (U1-U31) un PCI igual a 54 clasificado como “Regular” y para el tramo 02 (U32-U64) un PCI equivalente a 44 considerado “Regular”. Este antecedente contribuye a la investigación, pues reconoce que hay fallas que afectan en mayor grado a la condición del pavimento y otras que no afectan severamente la serviciabilidad que ofrece la vía.

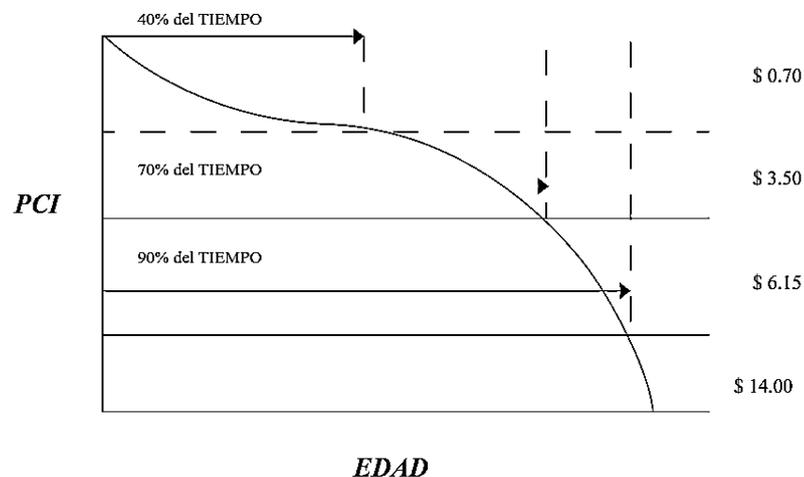
Sotil, A. (2014), en su artículo científico denominado *“Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para municipalidades y gobiernos locales”*, el cual fue presentado en la revista *Infraestructura Vial*. Brinda las pautas principales para la implementación de un sistema de gestión de pavimentos enfocado a municipios y gobiernos regionales o locales de bajos recursos; el sistema propuesto conforma una metodología que puede ser replicada a escala nacional. En su propuesta presenta 08 etapas que deben ejecutarse para lograr la óptima condición de pavimento a lo largo de la vida útil de la vía, para ello emplea como principal herramienta el Índice de Condición de Pavimento, cuyas principales ventajas sobre otros tipos de evaluación son su bajo costo de implementación y difusión en nuestro medio. El sistema se basa en la proyección de la condición funcional de la vía, a través de tasas de deterioro cuya aplicabilidad será exclusiva de una localidad o región, posteriormente dicha condición futura será afectada por intervenciones de carácter preventivo de forma anual, estas intervenciones serán representadas por un porcentaje del monto necesario para el restablecimiento total de la condición de la vía. Alcanzando finalmente una condición que clasifique como “Muy buena” o “Excelente”. Este antecedente es la fuente principal del presente trabajo pues ofrece los requerimientos necesarios para iniciar un sistema de conservación vial adaptable a diversas condiciones y necesidades que pueda afrontar determinado nivel de gobierno que implemente este mecanismo.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Sistema de Conservación de Pavimentos**

Según Molenaar (2001) citado por Beckley (2016) señala que un Sistema de Conservación de Pavimentos tiene como objetivos primarios mantener o mejorar la calidad de la red vial, a la vez que debe procurar la utilización de los fondos disponibles de forma efectiva y beneficiosa. Cabe resaltar, que un sistema de conservación no solo debe priorizar el mantenimiento de los pavimentos, sino que también gestiona datos históricos y propone modelos de deterioro para planificaciones futuras. Mediante su aplicación se puede lograr el uso óptimo de recursos cumpliendo con los requerimientos de presupuesto y plazos.

Otro concepto establecido por Morales & Sancho (2004) indica que un sistema de conservación vial constituye un mecanismo de monitoreo del pavimento, que permite realizar una predicción de situaciones críticas mediante el ciclo de vida de un pavimento. De los conceptos señalados se puede concluir que un Sistema de Conservación de Pavimentos, consiste en una metodología para la correcta y oportuna aplicación de actividades de mantenimiento y rehabilitación (M&R), estimando la condición futura del pavimento, con el fin de establecer prioridades y evitar un marcado declive en la condición del pavimento para evitar mayores costos de reparación.



**EDAD**  
 Figura 3. Ilustración conceptual de la evolución del PCI frente al gasto de intervención.

Fuente: Smith, R., Freeman, T., Chang, C. 2006.

En la Figura 3 (PCI vs Tiempo con costos \$/pie<sup>2</sup>), se muestra un esquema que representa cómo debería realizarse dicha predicción, relacionando el índice de condición del pavimento con la edad de la vía y el costo de reparación, para ello debe efectuarse un análisis de las condiciones locales.

En nuestro medio, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento mediante la NTE CE. 010 Pavimentos Urbanos (precisamente en el Capítulo 6. Mantenimiento de Pavimentos, sección 6.4 Tareas de Mantenimiento), establece 07 actividades para llevar a cabo tareas de mantenimiento según se muestra en la Tabla 7; sin embargo no se señalan metodologías ni herramientas para ejecutar dichas tareas.

Tabla 7. *Secuencia de actividades de mantenimiento.*

<b>Actividades de Mantenimiento</b>	<b>Descripción</b>
1. Inventario	Es el registro de las características básicas de cada sección de la Red Vial.
2. Inspección	Consiste en la auscultación del pavimento y la medición de su condición.
3. Determinación del tipo de Mantenimiento	Es el análisis de fallas y definición de las actividades de mantenimiento necesarias.
4. Estimación de Recursos	Es el costo del programa de mantenimiento para definir el presupuesto.
5. Identificación de prioridades	Etapa en la que se decide el orden de prelación cuando los recursos son limitados.
6. Programa de trabajo y medición del comportamiento	Es la etapa en la que se controla el trabajo que está siendo ejecutado.
7. Monitoreo	Verificación de la calidad y efectividad del trabajo.

*Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010.*

### 2.2.2. Concepto tradicional de la Conservación Vial

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2007), a través de las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras, reconoce que el concepto tradicional de conservación o mantenimiento vial, el cual se limita a la ejecución de obras nuevas, mejoramientos, rehabilitaciones que solo permiten reparaciones puntuales y de urgencia; debido a los limitados recursos presupuestarios. Ante ello, se tiene que generalmente los recursos asignados son deficitarios frente a las necesidades viales y esto da lugar a reparaciones focalizadas y temporales. A ello se le ha denominado “ciclo vial perverso” caracterizado con el proceso señalado en la Figura 4; el cual produce impacto negativo por los grandes costos económicos y los graves perjuicios sociales.

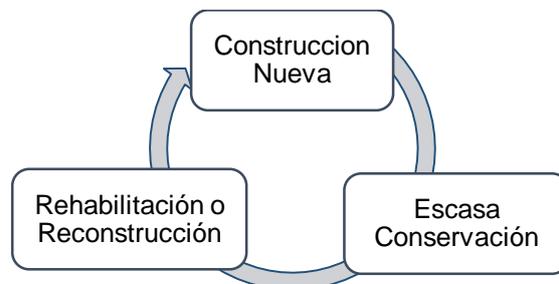


Figura 4. *Ciclo vial perverso, concepto tradicional de conservación vial.*  
*Fuente: MTC, 2007.*

### 2.2.3. Concepto de la Conservación Vial Efectiva

Es importante modificar el concepto de conservación vial, de “evitar que se dañe” en lugar de “reparar lo dañado”, ya que el concepto tradicional implica acciones reactivas, por lo que un sistema de conservación debe hacer prevalecer las acciones preventivas, como señala el siguiente esquema.

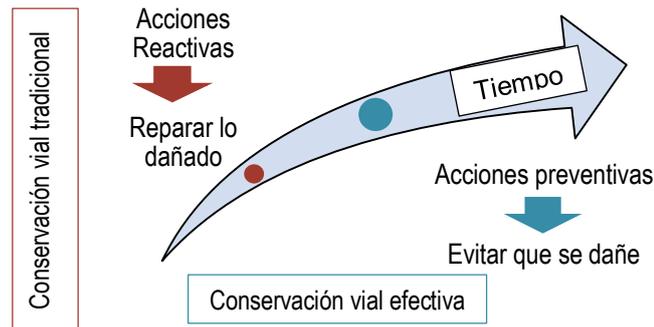


Figura 5. Concepto tradicional de conservación vial y conservación vial efectiva.  
 Fuente: MTC, 2007.

Para lograr una conservación vial efectiva bajo condiciones presupuestarias escasas, se deben priorizar las intervenciones preventivas, en este sentido de deben tener consideraciones que devuelvan la condición óptima a la vía de forma permanente.

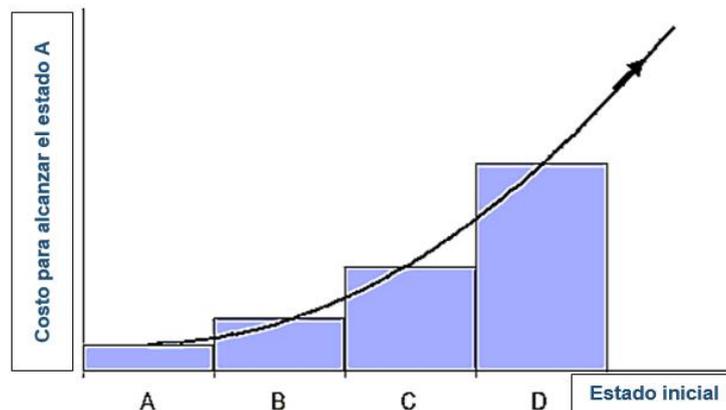


Figura 6. Comparación de costos de reparación vial en diferentes estados.  
 Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007.

Es lógico considerar que los recursos financieros necesarios para ello dependan de la condición inicial de la vía y que estos irán en aumento a medida que la vía se encuentre en mayor grado de deterioro. La Figura 6, describe lo mencionado se afirma que conservar una vía en buen estado (A)

es menos costoso que un pavimento con mayor deterioro. Así mismo tomando como indicador económico la relación Beneficio/Costo y considerando que cada estado inicial A, B, C y D obtendrán los mismos costos globales de operación vehicular después de haber restituido las condiciones del pavimento, se podrá apreciar que el indicador es decreciente conforme el deterioro sea mayor.

La presente tesis adoptará un sistema de conservación propuesto por Sotil (2014), cual se basa principalmente en las tareas de mantenimiento planteadas en la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y a su vez propone la utilización del Índice de Condición del Pavimento para la evaluación de la condición de la vialidad debido a su bajo costo de implementación y carácter objetivo. Si bien anteriormente se ha señalado que las actividades para el mantenimiento y rehabilitación de las vías están asociadas a la condición presente de la vía, hay que establecer un orden determinado de prelación, por ello es importante saber que existen consideraciones para ello.

- Desde el punto de vista económico se debe considerar la intervención de pavimentos en estado “Regular”, ya que implica menos costo, comprende acciones correctivas menores. A dichas actividades se les denomina técnicamente como mantenimiento periódico.
- Desde el aspecto funcional, se busca que la vía no alcance la condición Colapsada (D) pues su restitución genera costos excesivos, sin embargo debe efectuarse actividades progresivas a fin de ir devolviendo la condición óptima a la vía, sobre pavimentos en condición Mala (C), estas actividades son denominadas de rehabilitación o refuerzo estructural.

La Figura 7, esquematiza técnica y económicamente la condición del pavimento en función a la edad del mismo, también es apreciable la efectividad del mantenimiento frente al efecto de acciones de rehabilitación, desde el aspecto económico es sencillo notar que el mantenimiento periódico implica una menor inversión y logra incrementar significativamente la vida útil de la vía, mientras que las tareas de rehabilitación conllevan mayores gastos y contribuyen a la vida útil sin ser tan efectiva su ejecución.

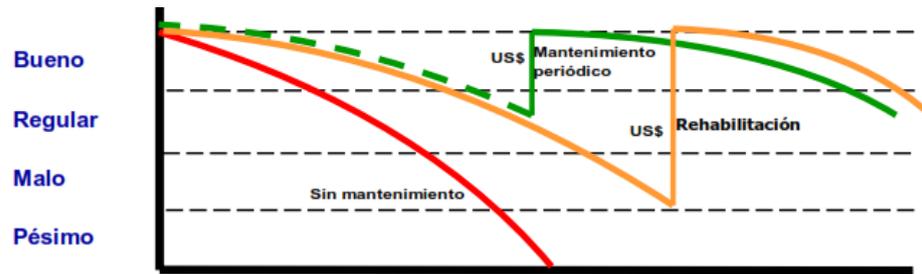


Figura 7. Efectos intervenciones de mantenimiento y rehabilitación.  
Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2007.

## 2.2.4. Evaluación de Pavimentos

Basándose en el concepto de un sistema de conservación de pavimentos, es importante la elección adecuada de un método de evaluación de pavimentos. Esta puede ser compuesta por una o la combinación de tres elementos principales: evaluación funcional, evaluación estructural y la inspección visual. Su ejecución contribuye a la determinación de daños existentes y el diagnóstico de sus causas. Es necesario denotar que instituciones internacionales han investigado y creado índices para evaluar pavimentos, a continuación una breve descripción de las metodologías más representativas.

Tabla 8. Indicadores de estado del pavimento, según tipo de evaluación.

Evaluación Funcional	Evaluación Estructural	Evaluación superficial (Inspección Visual)
Índice de serviciabilidad presente (PSI)	Capacidad estructural basada en inspección visual y ensayos de materiales.	Pavement Surface Evaluation and Rating (PASER)
Índice de regularidad internacional (IRI)	Capacidad estructural basada en ensayos no destructivos.	Visión Inspección d Zones et Itinéraires A Risque (VIZIR)
Índice de estado (IE)	Capacidad estructural basada en la vida remanente.	Pavement condition index (PCI)

Fuente: Morales Olivares, J.P., 2005.

### Evaluación Funcional

Comprende la inspección de características superficiales de pavimentos, relacionadas a la comodidad y seguridad de los usuarios, pero que no comprometen la capacidad estructural del pavimento. Sus principales indicadores son:

Tabla 9. *Indicadores para la evaluación funcional.*

Indicadores	Descripción
Índice de serviciabilidad presente (PSI)	Desarrollada por AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), basado en la percepción del usuario sobre la comodidad y seguridad de la vía. Incorpora parámetros como rugosidad, agrietamientos, ahuellamientos, baches, correlacionados con la percepción del usuario. El parámetro predominante es la rugosidad, por lo que su monitoreo debe ser confiable. Se puede llevar a cabo haciendo uso de un rugosímetro, perfilómetro láser, analizador de perfil longitudinal (APL), etc.
Índice de regularidad internacional (IRI)	Al igual que el PSI está relacionado a la comodidad del usuario, evalúa el número de irregularidades obtenido por la simulación con “un cuarto de vehículo” que circula a 80 km/h, dividido por longitud de intervalo. Emplea diversos instrumentos como la mira y nivel, dispositivo Face Dipstick, perfilómetro inercial, etc.
Índice de estado (IE)	Agrupada en una expresión la falla más significativa que afecta el pavimento, facilitando el manejo de información. Para su aplicación se puede emplear un rugosímetro analizador de perfil longitudinal (para la determinación de la deformación longitudinal) complementado con inspección visual (para el análisis de fisuración).

*Fuente: Sánchez, F. 2007*

Los tres índices emplean instrumentación especializada, las cuales conforman la principal desventaja para su aplicabilidad en nuestro medio, a pesar de que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones establece clasificaciones para la superficie de rodadura según el Índice de Regularidad Internacional, así como una calificación del estado del camino según este indicador<sup>1</sup>.

### **Evaluación Estructural**

Según Morales Olivares (2005), el método más empleado es la evaluación de capacidad estructural basada en ensayos no destructivos. La utilización de la viga Benkelman para el análisis deformacional es muy difundida en nuestro país, dicho método hace posible que se determine la calidad y la auscultación de la estructura a lo largo de su ciclo de vida, proporciona información económica y rápida.

<sup>1</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial departamental no pavimentada*. pp. 13.

Para obtener un mejor desempeño en la toma de datos se puede recurrir a instrumentación como el deflectómetro de impacto, el cual es conformado por una masa que impacta la superficie de manera uniforme y efectúa una carga máxima de 150 kN, para ello el vehículo de medición transita a 70 km/h y la deflexión es medida por sismómetros ubicados a ciertas distancias de la masa.

### Inspección Visual

Puede ser definida como la inspección periódica de la vialidad, con el fin de determinar la severidad y extensión del deterioro, mediante el registro de fallas basado en un catálogo de patologías en el pavimento. En Sudamérica las metodologías más difundidas para la evaluación de la condición superficial de pavimentos son los índices VIZIR y PCI.

*Tabla 10. Metodologías de Inspección Visual*

Indicadores	Descripción
Visión Inspección d Zones et Itinéraires A Risque (VIZIR)	Desarrollado en Francia, aplicado por primera vez en Asia y África, sin mayor difusión en nuestro país. La metodología sugiere clasificar las fallas en dos tipos, donde (A) caracteriza la condición estructural del pavimento y (B) el tipo funcional. Se basa en el registro de fallas, medidas en severidad y extensión. Los tipos de fallas (A) poseen seis deficiencias estructurales medidas en longitud; mientras que las fallas (B) poseen dieciocho deficiencias funcionales. En cuanto a la calificación del estado de la superficie, se dan tres intervalos que van desde 1 (Bueno) hasta 7 (Malo).
Pavement condition index (PCI)	Fue creado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos. Este índice valora la condición integral de la estructura y su condición operacional, al igual que los otros métodos no puede medir la capacidad estructural ni la rugosidad. La metodología tiene como parámetros la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad respecto a la unidad. El PCI varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100) para un pavimento en excelente estado. En el ámbito peruano este método es el más difundido.

*Fuentes:* Corros, M., Urbáez, E. & Corredor, G., 2009. Vásquez, L. R., 2015.

A partir de la información presentada, acerca de los tipos de evaluación e índices empleados para cada uno de ellos, se puede concluir que dentro de los modelos de evaluación hay metodologías que son de fácil implementación.

Considerando que en el Perú las condiciones en cuanto a recursos económicos son escasas y que no existen registros históricos de la condición de las vías por parte de las diversas jurisdicciones que componen la Red Vial, se considera la metodología del PCI como la más apropiada para nuestro medio, ya que posee ventajas sobre los demás métodos mencionados. Su carácter integral, aplicable tanto a pavimentos rígidos como flexibles y su uso continuo que posibilita el establecimiento de tasas de deterioro del pavimento para así identificar necesidades de intervención oportunas para cada localidad, la hacen una herramienta adecuada para un sistema de conservación vial.

### **2.2.5. Índice de Condición de Pavimento como herramienta de evaluación**

La principal característica de este método de evaluación viene a ser su bajo costo implementación, puesto que no requiere de instrumentación especializada, a su vez la objetividad en el análisis de fallas, la cual se basa en el rigor de la observación de las patologías y criterio del evaluador para calificar la severidad de cada una de ellas. Lo señalado la hacen una herramienta idónea para la conservación vial en nuestro medio, puesto que a través de su aplicación se puede lograr lo siguiente:

- La determinación del estado de la vía en función a la condición funcional.
- Obtención de un indicador para la intervención de mantenimiento o rehabilitación.
- El método puede ser repetido para el monitoreo de la vía, ello contribuye a una herramienta de información importante ya que permite observar el comportamiento del pavimento y establecer tasas de deterioro locales.

En términos generales brinda una calificación de la condición superficial de la vía, basado en el deterioro (según muestra en la *Figura 8*), donde se puede clasificar el estado de la vía en siete intervalos establecidos.

PCI	Standard PCI Rating Scale	Clasificación
100		Excelente ( A )
85		Muy Bueno ( B )
70		Bueno ( C )
55		Regular ( D )
40		Pobre ( E )
25		Muy Pobre ( F )
10		Colapsado ( F )

Figura 8. Índice de condición del Pavimento y escala de clasificación.  
Fuente: American Society for Testing and Materials, 2009.

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño que presenta. Como señala Vásquez Varela (2002), el hecho de tomar en cuenta los tres factores ya mencionados supone una dificultad, por ello el método incluye un factor de ponderación llamado valor deducido, con el fin de indicar el grado de influencia de cada posible combinación sobre el estado de la vía. Un aspecto importante es el reconocimiento visual y la cuantificación de las fallas, para ello se han clasificado las fallas para pavimentos flexibles en cuatro categorías. En la Tabla 11, se hace referencia al código de falla, dicho valor ha sido establecido por Vásquez Varela, en el formato para la exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica. A su vez, la clasificación se fallas se asocian en su origen:

- El agrietamiento es un posible signo de falla estructural, causado por baja calidad de materiales, diseño inapropiado o errores de construcción. La fatiga de la superficie debido al esfuerzo horizontal originado por el tránsito, afecta las capas inferiores y se extienden a la superficie.
- Así mismo las deformaciones se deben a la aplicación de cargas, estas fallas corresponden generalmente al deterioro estructural del pavimento.
- Los desprendimientos, son fallas funcionales presentadas en la superficie del pavimento por la falta de tratamiento en estas.

Tabla 11. *Categoría de fallas del pavimento flexible.*

Categoría	Falla	Código de falla
Agrietamientos o roturas	Piel de Cocodrilo	1
	Agrietamiento en bloque	3
	Grieta de reflexión de junta	8
	Grieta de borde	7
	Grietas long. y transv.	10
	Grietas parabólicas (slippage)	17
Deformaciones	Abultamientos y hundimientos	4
	Corrugación	5
	Depresión	6
	Desnivel carril / berma	9
	Parcheo y cortes	11
	Ahuellamiento	15
	Desplazamiento	16
	Hinchamiento	18
Desprendimientos	Baches o huecos	13
	Desprendimiento de agregados	19
	Pulimento de agregados	12
Afloramiento y otros	Exudación	2
	Cruce de vía férrea	14

*Fuente: Vásquez, L. R., 2002. Sánchez, F., 2007.*

### 2.3. Definiciones de términos básicos

**Pavimento.** El Ministerio de Transporte de Comunicaciones (2010) define que un pavimento es una estructura compuesta por capas que apoya toda su superficie sobre el terreno preparado para soportarla durante un lapso denominado periodo de diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. (MTC, 2010)

También se puede considerar que es la estructura que se apoya sobre el terreno de fundación o sub rasante y que está conformado por capas de materiales de diferentes calidades y espesores, que obedecen a un diseño estructural. La estructura de pavimento está destinada a soportar las cargas provenientes del tráfico. En el caso de los pavimentos asfálticos están conformados por una carpeta asfáltica apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y sub base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades del proyecto. (Minaya & Ordóñez, 2006)

Desde la perspectiva del usuario, Rodríguez Velasquez (2009) indica que el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se

transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

Los componentes típicos que conforman el paquete estructural de un pavimento asfáltico desde la superficie hasta la fundación son: capa de rodadura, base, sub base, suelo compactado y sub rasante. Esta superestructura asentada sobre el suelo de fundación debe ser resultado de un estudio geotécnico adecuado. (Morales & Sancho, 2004)

**Tramo.** Es una parte fácilmente identificable de la red de pavimentos y cada tramo tiene características distintas. Por ejemplo una calle individual podría considerarse como un tramo dentro de la red vial. (Morales & Sancho, 2004)

**Sección.** Debido a que los tramos son grandes unidades en la red de pavimentos, esto genera que no siempre tengan las mismas características a lo largo de toda su longitud. Por esta razón es que los tramos son divididos en componentes denominados como secciones con propósitos evaluativos. Una sección puede ser vista como una unidad administrativa cuando se considere la aplicación y la selección del tratamiento de mantenimiento y rehabilitación. (Morales & Sancho, 2004)

**Costo anual de reparación.** Considerando la metodología propuesta por Sotil (2014), se ha denominado así al monto necesario para restaurar en su totalidad la condición de un tramo de vía seleccionado. Esto implica el uso de costos de reparación por unidad de área, pues el sistema propuesto emplea las distribuciones porcentuales de área de pavimento en distintas categorías de condición superficial, las mismas que son afectadas por unos ratios de deterioro de forma anual.

**Asignación de recursos.** Proceso en el cual se define el fondo de inversión para el tratamiento de la vía, este fondo se asigna según a la condición funcional de la vía. (Sotil, 2014)

**Fondo de inversión anual.** Se denomina así a un porcentaje del costo anual de reparación, el cual será destinado a actividades de mantenimiento en la red vial según el flujo de priorización establecido. Este porcentaje puede variar durante

la aplicación del sistema, dependiendo de los recursos disponibles en determinada jurisdicción y la necesidad de ofrecer una mejor infraestructura vial. (Sotil, 2014)

**Condición funcional.** Sánchez F. (2007) señala que la condición funcional es el conjunto de características superficiales del pavimento que se relacionan con la comodidad y la seguridad de los usuarios.

**Severidad.** Según Vásquez Varela (2002) para la determinación del nivel de severidad es necesario evaluar la calidad de tránsito, ello depende de los daños en el pavimento y el grado en que se presenten, sin embargo se puede establecer una guía general para su valoración como sigue a continuación:

**Baja (Low):** Se perciben las vibraciones en el vehículo pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; los abultamientos o hundimientos causan un ligero rebote del vehículo pero generando poca incomodidad.

**Media (Medium):** Las vibraciones en el vehículo son significativas (por ejemplo ondulaciones) y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos causan un rebote significativo, ocasionando incomodidad.

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

**Densidad.** Dentro de la metodología PCI, indica la relación entre la cantidad de fallas de un mismo nivel de severidad y el área total de la unidad de muestreo, para la cuantificación de las fallas es necesario la revisión del catálogo de patologías, ya que cada una tiene unidades de medición diferentes y ciertas condiciones a considerar en el proceso de identificación de daños. (Vásquez Varela, 2002)

**Fallas en pavimentos flexibles.** Para objeto de la inspección, se definirá los diecinueve daños o fallas según Vásquez Varela (2002).

i. Piel de Cocodrilo

Son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica o base estabilizada, donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos, generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m. El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como "grietas en bloque", el cual no es un daño debido a la acción de la carga). La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

Tabla 12. Severidad y medida, piel de cocodrilo.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.	
<b>M</b> (Medium)	Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.	
<b>H</b> (High)	Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.	

**Medida**

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

## ii. Exudación

Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla y en un medio de altas temperaturas ambientales se expanden en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Tabla 13. Severidad y medida, exudación.

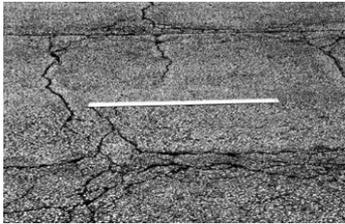
Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	La <i>exudación</i> ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.	
<b>M</b> (Medium)	La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.	
<b>H</b> (High)	La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.	
<b>Medida</b>		
Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.		

## iii. Agrietamiento en bloque

Son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.30 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido

significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito.

Tabla 14. *Severidad y medida, agrietamiento en bloque.*

<b>Severidad</b>	<b>Descripción</b>	
<b>L</b> (Low)	Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para <i>grietas longitudinales y transversales</i> .	
<b>M</b> (Medium)	Bloques definidos por grietas de severidad media.	
<b>H</b> (High)	Bloques definidos por grietas de alta severidad.	
<b>Medida</b>		
Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.		

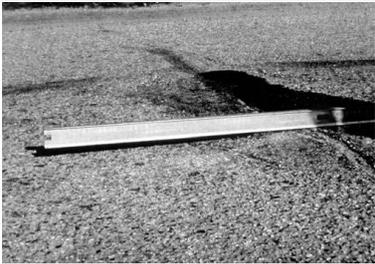
#### iv. Abultamientos y Hundimientos

**Abultamientos.** Son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- Levantamiento de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

**Hundimientos.** Son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” o hinchamiento.

Tabla 15. Severidad y medida, abultamientos y hundimientos.

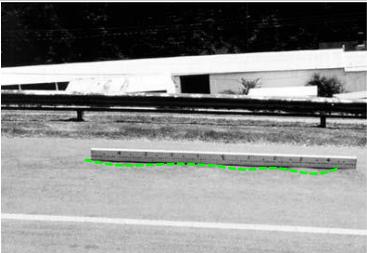
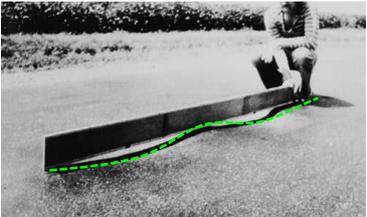
Severidad	Descripción	
L (Low)	Los <i>abultamientos</i> o <i>hundimientos</i> originan una <i>calidad de tránsito</i> de baja severidad.	
M (Medium)	Los <i>abultamientos</i> o <i>hundimientos</i> originan una <i>calidad de tránsito</i> de severidad media.	
H (High)	Los <i>abultamientos</i> o <i>hundimientos</i> originan una <i>calidad de tránsito</i> de severidad alta.	
<b>Medida</b>		
Se miden en pies lineales (o metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama <i>corrugación</i> . Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.		

#### v. Corrugación

Es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Tabla 16. Severidad y medida, corrugación.

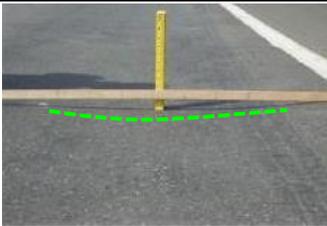
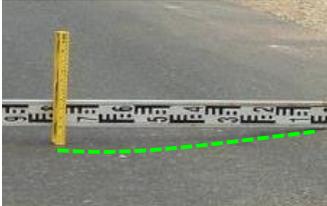
Severidad	Descripción	
L (Low)	Corrugaciones producen una <i>calidad de tránsito</i> de baja severidad.	

<b>M</b> (Medium)	Corrugaciones producen una <i>calidad de tránsito</i> de mediana severidad.	
<b>H</b> (High)	Corrugaciones producen una <i>calidad de tránsito</i> de alta severidad.	
<b>Medida</b>		
Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.		

vi. Depresión

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia. Son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan irregularidad y cuando son profundas o están llenas de agua pueden causar resbalamiento. A diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Tabla 17. *Severidad y medida, depresión.*

<b>Severidad</b>	<b>Descripción</b>	
<b>L</b> (Low)	Máxima profundidad de la depresión: 13.0 a 25.0 mm.	
<b>H</b> (High)	Máxima profundidad de la depresión: más de 51.0 mm.	
<b>Medida</b>		
Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.		

vii. Grieta de borde

Las grietas de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 m y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la sub rasante próximas al borde del pavimento.

Tabla 18. *Severidad y medida, grieta de borde.*

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.	
<b>M</b> (Medium)	Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.	
<b>H</b> (High)	Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.	
<b>Medida</b>		
La <i>grieta de borde</i> se mide en pies lineales (o metros lineales).		

viii. Grieta de reflexión de junta

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto, inducido por temperatura o humedad bajo la superficie de concreto asfáltico.

Tabla 19. *Severidad y medida, grieta de reflexión de junta.*

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material sellante).	

<p><b>M</b> (Medium)</p>	<p>1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. 3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.</p>	
<p><b>H</b> (High)</p>	<p>1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad. 2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.</p>	

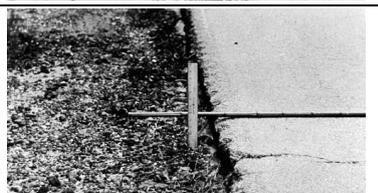
**Medida**

La *grieta de reflexión de junta* se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

ix. Desnivel carril / berma

Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Tabla 20. Severidad y medida, desnivel carril / berma.

<b>Severidad</b>	<b>Descripción</b>	
<p><b>L</b> (Low)</p>	<p>La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.</p>	
<p><b>M</b> (Medium)</p>	<p>La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.</p>	
<p><b>H</b> (High)</p>	<p>La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.</p>	

**Medida**

El *desnivel carril / berma* se miden en pies lineales (o metros lineales).

#### x. Grietas Longitudinales y Transversales

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento y pueden ser causadas por:

- Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje. Este tipo de grietas no está asociado con cargas.

Tabla 21. Severidad y medida, grietas longitudinales y transversales.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm. 2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).	
<b>M</b> (Medium)	1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm. 2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas. 3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.	
<b>H</b> (High)	1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta. 2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho. 3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.	

#### Medida

Las *grietas longitudinales y transversales* se miden en pies lineales (o metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado.

#### xi. Parcheo

Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento).

Tabla 22. Severidad y medida, parcheo.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.	
<b>M</b> (Medium)	El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.	
<b>H</b> (High)	El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.	

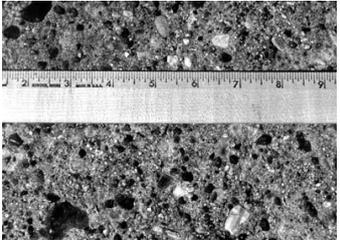
#### Medida

Los *parches* se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche.

#### xii. Pulimento de agregados

Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. Debe contarse cuando la superficie del mismo es suave al tacto.

Tabla 23. Severidad y medida, pulimiento de agregados.

Severidad	Descripción	
<b>ND</b> (No definido)	No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de condición y contabilizado como defecto.	

#### Medida

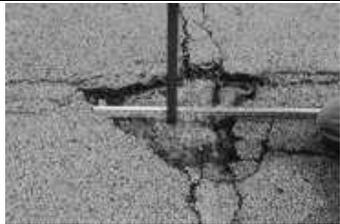
Se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza *exudación*, no se tendrá en cuenta el *pulimento de agregados*.

xiii. Baches o Huecos

Son depresiones en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores a 0.90 m. Por lo general presentan bordes agudos y lados verticales, su crecimiento se acelera por la acumulación de agua y se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta.

Tabla 24. Severidad y medida, huecos.

Severidad	Descripción
< 762 mm (Menor a d: 762 mm)	Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.



Medida
Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies<sup>2</sup> (0.47 m<sup>2</sup>) para hallar el número de huecos equivalentes.

Tabla 25. Condiciones de severidad para huecos.

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

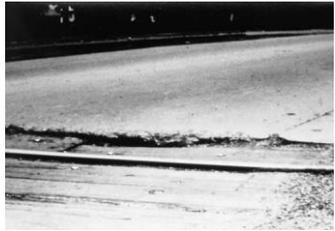
xiv. Cruce de vía férrea

Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Tabla 26. Severidad y medida, cruce de vía férrea.

Severidad	Descripción
L (Low)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.



<b>M</b> (Medium)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.	
<b>H</b> (High)	El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.	

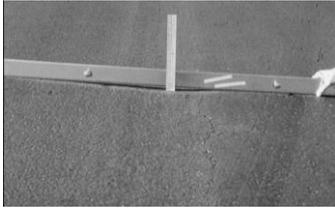
**Medida**

El área del cruce se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la *calidad de tránsito*, entonces no debe registrarse. Cualquier *abultamiento* considerable causado por los rieles debe registrarse.

xv. Ahuellamiento

Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. Se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Puede conducir a una falla estructural.

Tabla 27. Severidad y medida, ahuellamiento.

Severidad	Descripción			
<b>L</b> (Low)	Profundidad ahuellamiento: 6.0 a 13.0 mm.	media	del	
<b>M</b> (Medium)	Profundidad ahuellamiento: >13.0 a 25.0 mm.	media	del	
<b>H</b> (High)	Profundidad ahuellamiento: >25.0 mm.	media	del	

---

**Medida**

---

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

---

xvi. Desplazamiento

Es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie.

Tabla 28. Severidad y medida, desplazamiento.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.	
<b>M</b> (Medium)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.	
<b>H</b> (High)	El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.	

---

**Medida**

---

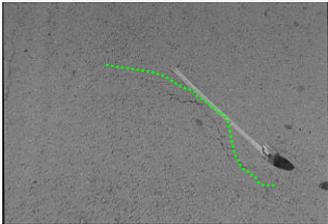
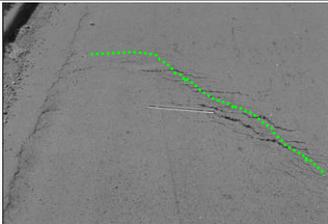
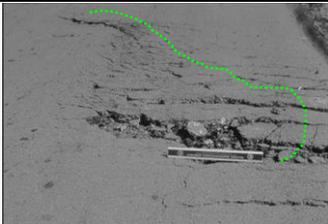
Los *desplazamientos* se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Los *desplazamientos* que ocurren en *parches* se consideran para el inventario de daños como *parches*, no como un daño separado.

---

xvii. Grieta parabólica

Son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento.

Tabla 29. Severidad y medida, grieta parabólica.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.	
<b>M</b> (Medium)	1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.	
<b>H</b> (High)	1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm. 2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.	
<b>Medida</b>		
El área asociada con una <i>grieta parabólica</i> se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.		

#### xviii. Hinchamiento

El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la sub rasante o por suelos potencialmente expansivos.

Tabla 30. Severidad y medida, hinchamiento.

Severidad	Descripción	
<b>L</b> (Low)	El <i>hinchamiento</i> causa <i>calidad de tránsito</i> de baja severidad. El <i>hinchamiento</i> de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento.	
<b>M</b> (Medium)	El <i>hinchamiento</i> causa <i>calidad de tránsito</i> de severidad media.	

<b>H</b> (High)	El <i>hinchamiento</i> causa <i>calidad de tránsito</i> de alta severidad.	
<b>Medida</b>		
El nivel de severidad se basa en el criterio de calidad de tránsito. El <i>hinchamiento</i> se mide en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.		

ixx. Desprendimiento de agregados

Son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

Tabla 31. Severidad y medida, desprendimiento de agregados.

<b>Severidad</b>	<b>Descripción</b>	
<b>L</b> (Low)	Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.	
<b>M</b> (Medium)	Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.	
<b>H</b> (High)	Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran <i>huecos</i> .	
<b>Medida</b>		
Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.		

## **CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS**

### **3.1. Formulación de la Hipótesis**

#### **3.1.1. Hipótesis general**

La priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos contribuye a la mejora de la condición funcional.

#### **3.1.2. Hipótesis específicas**

La priorización de asignación de recursos presupuestales contribuye a la mejora la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.

Existen diferencias significativas entre un sistema de conservación preventivo y un sistema de conservación tradicional, respecto a la condición funcional del pavimento.

### **3.2. Operacionalización de Variables**

#### **3.2.1. Variable independiente**

Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, mediante la aplicación del PCI.

#### **3.2.2. Variable dependiente**

Condición funcional del pavimento.

Tabla 32. Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Unidad
Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, mediante la aplicación del PCI.	Proceso en el cual se define el fondo de inversión para el tratamiento de la vía en análisis, este fondo se asigna en función a la condición funcional de la vialidad.	Asignación de recursos presupuestales.	Inversión aplicada anualmente según condición del pavimento, representado como un porcentaje del costo anual de reparación aplicado a los estados:  B (Muy Bueno) D (Regular) F (Colapsado)	Cuadros de proyección anual para la clasificación porcentual de la vía según rangos del PCI y Costos de reparación para:  •Modelo sin intervención •Sistema reactivo •Sistema preventivo.	Dólares americanos.

Tabla 33. Operacionalización de la variable dependiente.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Unidad
Condición funcional del pavimento.	Es el conjunto de características superficiales del pavimento que se relacionan con la comodidad y la seguridad de los usuarios.  Dicho estado, bajo la metodología PCI es representado como una función de la clase de daño, su severidad y densidad. Para su proyección, el valor de PCI debe ser afectado por deterioro.	Condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	Índice de condición del pavimento para el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	Formato 01. Exploración del PCI del pavimento flexible.  Equipo de medición compuesto por odómetro, regla y cinta. Equipo de seguridad y señalización.	Valor numérico.

*Tabla 34. Unidad de medición, según tipo de falla en el pavimento flexible.*

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
1	Grieta Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de asfalto	m <sup>2</sup>
3	Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>
4	Abultamiento - Hundimiento	m
5	Corrugación	m <sup>2</sup>
6	Depresión	m <sup>2</sup>
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de juntas	m
9	Desnivel carril - berma	m
10	Grieta longitudinal y/o transversal	m
11	Parqueo y zanja reparada	m <sup>2</sup>
12	Agregados Pulidos	N°
13	Huecos	m <sup>2</sup>
14	Cruce de vía férrea	m <sup>2</sup>
15	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
16	Desplazamiento por empuje	m <sup>2</sup>
17	Grietas parabólicas	m <sup>2</sup>
18	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
19	Desprendimiento de agregados	m <sup>2</sup>

*Fuente: Vásquez Varela, 2002.*

## CAPÍTULO 4. INVESTIGACIÓN

### 4.1. Diseño de la investigación

Según el diseño de investigación: No experimental, la presente investigación se limita a la observación de las variables, sin intervenir en las mismas. A su vez, por su diseño se puede clasificar como transeccional, pues el relevamiento de información para la determinación de la condición funcional presente de la vía fue llevado a cabo en un determinado momento.

### 4.2. Población y muestra de la investigación

#### 4.2.1. Unidad de estudio

Unidad de pavimento flexible.

#### 4.2.2. Población

Unidades de pavimento flexible en el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.

#### 4.2.3. Muestra

En un sistema de conservación se tendrá como población a la “Red Vial Local”, la cual es compuesta por todas las vías pertenecientes a la jurisdicción de la entidad, en este caso un gobierno local.

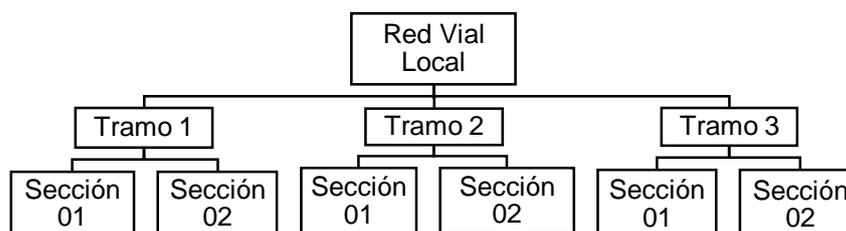


Figura 9. Ejemplo de la descomposición de una Red Vial Local.

Debido a que la inspección de la “Red Vial Local” en su totalidad significa un gran número de unidades de muestreo, se deben reconocer tramos. Los tramos en conjunto pueden caracterizar la red y a su vez pueden subdividirse en secciones para facilitar su inspección.

### **Definición de Tramo**

Según lo mencionado en la terminología, una red estará compuesta por muchos tramos, generalmente identificado por el nombre de la avenida, alternativamente se puede identificar con un código alfanumérico, que contribuye a la elaboración de bases de datos.

### **Definición de Sección**

Son micro-unidades de los tramos, los cuales pueden tener diferentes características en su longitud, por ello la segmentación significa una gran ayuda en la selección del tratamiento de mantenimiento y rehabilitación. Existen factores para su segmentación, a continuación el desarrollo de cada uno de ellos. (Morales & Sancho, 2004)

*Historia constructiva.* Se consideran secciones de pavimento diferentes a aquellas que no pertenezcan al mismo periodo construcción, que no hayan sido ejecutados por el mismo contratista o en aquellos donde no se han aplicado las mismas técnicas.

*Estructura de Pavimento.* Dada por la semejanza en espesor y materiales, los cuales deben ser uniformes en la sección.

*Condiciones.* Basados en inspecciones previas, se considerará para una sección, aquellos pavimentos que no presenten una variación significativa en su estado.

*Categoría del pavimento.* Basada en la función que cumpla la vía, es decir, su importancia.

*Tráfico.* La intensidad de tráfico deben ser semejantes en cada sección, en caso de intersecciones es posible considerar una sección aislada si hay gran diferencia en volumen de tráfico. De la misma forma se puede dividir secciones basándose en la dirección de tráfico.

*Facilidad de drenaje.* La sección debe poseer las mismas características de drenaje.

Para dar un ejemplo de identificación, se muestra la Figura 10, donde se presenta la división de tramos (designados por triángulos negros al inicio y fin) y secciones (denotados por triángulos abiertos al inicio y fin de sección).

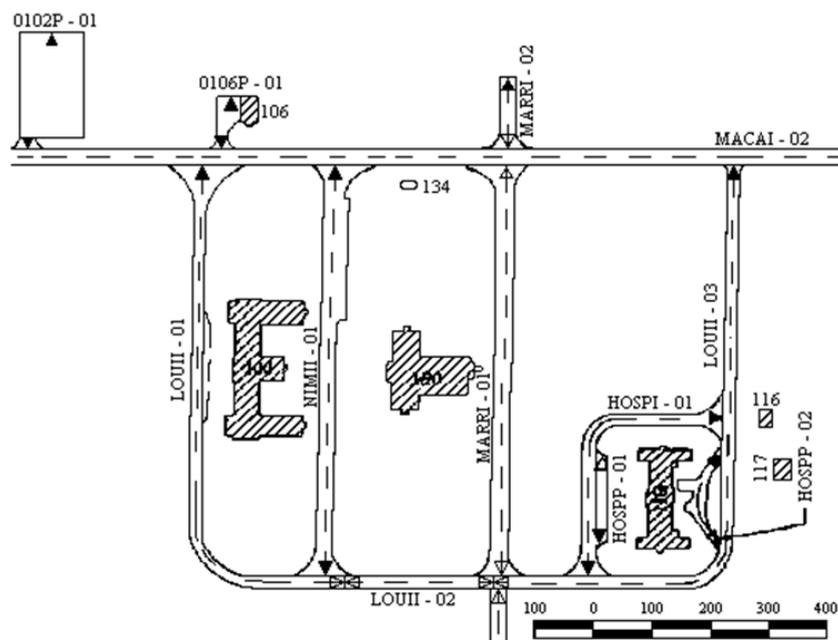


Figura 10. Identificación de tramo y sección.

Fuente: Morales & Sancho, 2004.

### Determinación de las unidades de muestreo

- i. Una vez definidos los tramos de red vial y sus respectivas secciones según los criterios de segmentación, deben definirse las unidades de muestreo, estas porciones de sección dependen del tipo de vía y la superficie de rodadura. Para pavimentos flexibles de ancho de calzada menor a 7.30 m, el área por unidad de muestreo debe estar en el intervalo  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ , de la misma forma se puede relacionar el ancho de sección y la longitud de unidad.

Tabla 35. Longitudes de unidades de muestreo.

Ancho de Sección (m)	Longitud de la U.M (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: Vásquez Varela, 2002.

- ii. Para la determinación del número mínimo de unidades se empleará la Ecuación 1, la cual indica el número de U.M a evaluar en cada sección, con un estimado del PCI  $\pm 5$  del promedio verdadero, con una confiabilidad del 95%.

*Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.*

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

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (redondeado al mayor entero).

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

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

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Según Vásquez Varela (2002), es recomendable asumir una desviación estándar del PCI igual a 10 para pavimentos asfálticos. Sin embargo este supuesto debe ser comprobado calculando la desviación estándar actual mediante la Ecuación 2.

*Ecuación 2. Desviación estándar del PCI.*

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

PCI<sub>i</sub>: valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas.

PCI<sub>s</sub>: valor PCI de la sección.

n: número de unidades de muestreo inspeccionadas.

La desviación estándar calculada en base a las unidades inspeccionadas, estimará un nuevo número de unidades a inspeccionar, si este nuevo valor para n es menor al valor n mínimo calculado en primera instancia, no será necesario unidades de inspección adicionales; de lo contrario se deberá escoger unidades adicionales al azar (separadas uniformemente) hasta lograr una desviación estándar actual que cumpla la condición n mínima.

### Selección de las unidades de muestreo

Vásquez Varela (2002), señala que las unidades deben estar espaciadas uniformemente y que la primera unidad puede ser elegida al azar. El espaciamiento de muestreo se determinará por:

*Ecuación 3. Intervalo de inspección del PCI.*

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

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades para evaluar.

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

Número Total de Unidades de Prueba en la Sección (N) = 47  
Número Mínimo de Unidades a ser evaluadas (n) = 13

Intervalo (i) =  $\frac{N}{n} = \frac{47}{13} = 3.6$  = 3

Partida Aleatoria (S) = 3



Figura 11. Ejemplo de muestreo sistemático aleatorio.  
Fuente: Morales & Sancho, 2004.

### Selección de unidades adicionales

Este caso se presenten unidades en mal estado que no han sido contempladas en el muestreo o que presenten algunos daños una sola vez y fueron incluidas inapropiadamente en el muestreo.

## 4.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

### 4.3.1. Instrumentos para recolección de datos

La inspección visual se deberá ejecutar considerando la selección de unidades indicada. Un aspecto importante es la seguridad del personal que inspeccionará las unidades, la metodología implica la interrupción del tránsito, por lo que es necesario adoptar medidas de seguridad como la señalización apropiada y establecer estrategias sobre el horario de evaluación de la vía. La evaluación del PCI incluye lo siguiente:

Tabla 36. *Materiales e instrumentos para recolección de datos.*

<b>Materiales e instrumentos</b>	<b>Descripción</b>
Formato de exploración de PCI	Según lo mostrado en el Anexo G, la ficha deberá contener información que identifique la unidad de muestreo evaluada y registro de los daños así como su cuantificación.
Odómetro	Instrumento manual para medir longitudes de los daños presentes.
Regla y cinta métrica	Para medir los daños que impliquen variación de nivel.
Elementos de seguridad vial	La norma D6433 no establece aspectos relacionados a la seguridad, fue enfocada a determinar el índice de condición del pavimento, por ello debe tomarse algunas consideraciones para la práctica de la mismo.

Se debe realizar la inspección de acuerdo a las definiciones de cada falla y la manera de medición de cada una de ellas. En la inspección se deberá contar con el formato de exploración señalado para el correcto inventariado y registro de fallas.

#### **4.3.2. Técnicas y procedimientos para analizar datos**

##### **Fase I: Registro en campo y estimación del PCI**

Cabe resaltar que en la presente tesis se aplicará el sistema propuesto en la publicación denominada “Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales”, ampliando sobre el desarrollo de cada aspecto del sistema de conservación vial. En dicha propuesta se precisan ocho aspectos que conforman el sistema, los cuales a su vez están basados en la base teórica brindada en la NTE CE010. Pavimentos Urbanos, en el capítulo sexto de la misma.

##### **i. Inventario**

Para el inventariado, es necesario consignar información que ayude a la fácil localización del tramo de vía evaluado, así como también dimensiones y características para su completo reconocimiento. Para efecto de la caracterización de la vía, se debe verificar la tecnología empleada en el tipo de superficie de la sección a evaluar, para ello se ha reconocido cuatro tipos:

### *Pavimento Flexible.*

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010), señala que esta clasificación se atribuye a pavimentos con superficie asfáltica en cualquiera de sus formas o modalidades, compuesto por una o más capas de mezclas asfálticas que pueden o no apoyarse sobre una base y una sub base granulares. El pavimento asfáltico de espesor total (full-depth), es el nombre patentado por el Instituto del Asfalto, para referirse a los pavimentos de concreto asfáltico construidos directamente sobre la sub-rasante. (p.44) Este pavimento, según la experiencia, resulta más económico en su construcción.

### *Pavimento Rígido.*

Estructura compuesta principalmente por una losa de concreto de cemento Portland y una capa subyacente denominada sub-base, por esta razón, puede ser constituida por materiales cuya capacidad de soporte sea inferior a materiales de la capa base de los pavimentos flexibles. Cabe resaltar que en ciertos casos se reforzará la losa con acero para lograr la transferencia de carga entre las juntas. La experiencia señala que el costo de construcción es más elevado pero de un periodo de vida más prolongado. En caso de caminos con bajos volúmenes de tránsito, la capa sub-base puede no ser necesaria entre la sub-rasante y la losa del pavimento. (Morales & Sancho, 2004; MVCS, 2010)

### *Pavimento Compuesto.*

Denominado pavimento mixto, ya que es una combinación de los mencionados anteriormente, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico. La estabilización de suelos por medio de ligantes hidráulicos como el cemento Portland, permite que se obtengan materiales con capacidad de soporte, suficiente para construir base en pavimentos sujetos a grandes cargas. (Morales & Sancho 2004, p.12)

*No Pavimentada.* Este nivel de superficie será el mínimo que se considerará para el sistema de conservación, debido a que la metodología a emplear (Índice de Condición de Pavimento) no contempla la condición en vías no pavimentadas; pero se salvará esta limitante considerando que estas vías serán próximas a construirse y por ende se adicionarán a la condición denominada “Muy Pobre” con un PCI de valor mínimo 25. De la misma forma, la importancia de la vía se tipificará conforme a los manuales provistos por el MTC, se sugiere emplear la clasificación de vías urbanas que señala cuatro categorías: Vía expresa, arterial, colectora y local. Los atributos y restricciones para cada caso son señalados en el Manual de diseño Geométrico de vías urbanas, en el capítulo 02, subíndice 2.2 Clasificación de las vías urbanas.

Por otro lado el Índice Medio Diario Anual, servirá para priorizar los trabajos de inspección e intervenciones a futuro, en general esta información es limitada por ende, la implementación del sistema de conservación vial debe integrar este indicador en su implementación.

INVENTARIO DEL SCP		 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
<i>Inspeccionada por:</i> _____			
<i>Vía:</i> _____		<i>Distrito:</i> _____	
<i>Señale el:</i>		<i>Referencia de localización:</i>	
<i>Tramo</i> _____		_____	
<i>Sección</i> _____		_____	
Dimensiones de Vía			
<i>Longitud de Red</i> _____ Km.			
<i>Longitud de Tramo</i> _____ Km.			
<i>Longitud de Sección</i> _____ Km.			
<i>Longitud de Unidad de Muestreo</i> _____ m.		<i>Ancho de Unidad de Muestreo</i> _____ m.	
<i>Progresiva de inicio</i> _____ + _____ m		<i>Progresiva Final</i> _____ + _____ m	
Características de la Vía			
<i>Tipo de superficie de la vía:</i>			
<i>Pav. Flexible</i> <input type="checkbox"/>	<i>Pav. Rígido</i> <input type="checkbox"/>	<i>No Pavimentada</i> <input type="checkbox"/>	
<i>Pav. Compuesto</i> <input type="checkbox"/>			
<i>Importancia de la vía:</i>			
<i>Vía Expresa</i> <input type="checkbox"/>	<i>Arterial</i> <input type="checkbox"/>	<i>Colectora</i> <input type="checkbox"/>	
<i>Local</i> <input type="checkbox"/>			
<i>Tráfico de la vía según IMD</i>			
<i>Superior (IMD &gt;4000 Veh/día)</i> <input type="checkbox"/>		<i>Primera Clase (4000 &gt;IMD &gt;2001 Veh/día)</i> <input type="checkbox"/>	
<i>Segunda Clase (2000 &gt;IMD &gt;400 Veh/día)</i> <input type="checkbox"/>		<i>Tercera Clase (IMD &lt;400 Veh/día)</i> <input type="checkbox"/>	

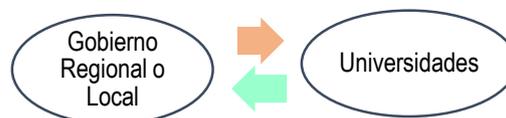
Figura 12. Formato de inventariado de vías.

## ii. Inspección

El método de evaluación superficial de pavimentos que se sugiere por su conveniencia respecto otros es el método PCI (Pavement Condition Index); el mismo que es empleado como herramienta de inspección. El procesamiento y estimación son detallados en este subíndice y a su vez es reglamentado por la norma ASTM D6433 “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos”. Por ello, una vez determinadas las unidades de muestreo a inspeccionar se debe ejecutar la identificación y medición de fallas según los criterios establecidos en el subíndice 2.3. *Definiciones y términos básicos.*

Ahora bien, para la implementación del presente sistema de conservación se debe contar con personal capacitado en el levantamiento de información en campo; para ello la municipalidad, como representante del gobierno local o regional, puede realizar convenios con universidades que brinden la carrera de Ingeniería Civil, de esta forma, los estudiantes con conocimientos de la metodología de inspección pueden colaborar en el inventariado. Así se genera un ciclo de beneficios para ambos agentes, ya que para la entidad el relevamiento de información contribuye a un mejor aprovechamiento de sus recursos y mejora en condición de la red vial; mientras para los estudiantes representa una oportunidad laboral y acercamiento al desempeño profesional.

*Oportunidad laboral para los estudiantes de Ingeniería Civil*



*Inspección del PCI para el aprovechamiento de recursos.*

*Figura 13. Beneficios de convenio Gobierno-Universidad.*

Posterior a la evaluación de unidades, debe ejecutarse la estimación del PCI a través de los siguientes procedimientos.

### **Paso 01: Determinación de los valores deducidos**

- i. Sumar cada tipo de daño respetando el nivel de severidad que presente, dicha sumatoria debe colocarse en la columna TOTAL de la ficha. Cada falla se mide en área longitud y número, según sea el caso.
- ii. El valor TOTAL de cada falla y severidad, será dividido entre el área de la muestra y multiplicado por 100 para obtener la DENSIDAD en términos porcentuales, para cada falla y en cada una de sus posibles 03 niveles de severidad.
- iii. A continuación, haciendo uso de las curvas de “Valor deducido de daño” (véase Anexo C: Valores Deducidos) se determinarán los factores de deducción basado en la densidad porcentual y grado de severidad.

### **Paso 02: Determinación del Número máximo aceptable de deducción**

- i. Si ninguno o solo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2.0, se empleará el “Valor Total de Deducción” (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).
- ii. Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el “Valor Total de Deducción Corregido”, según los pasos ii, iii y iv.
- iii. Ordenar de forma descendente los “Valores Deducidos” individuales. Determinar el “Número Aceptable de Deducciones (m)”, usando la siguiente ecuación:

Ecuación 4. Número aceptable de deducciones

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

$m_i$  : número aceptable de deducciones, incluye fracciones, para la unidad de prueba i.

$HDV_i$  : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

- iv. El número de valores individuales se reduce a m, incluyendo proporcionalmente la parte fraccionaria. De ser el caso en que el número de valores deducidos sea menor a m, se deberá emplear el número disponible de Valores Deducidos.

### **Paso 03: Determinación del Valor Deducido Máximo Corregido-CDV**

El CDV se determina mediante un proceso de iteración.

- i. Se obtendrá el número de “Valores Deducidos” denominado  $q$ , para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.
- ii. Determinar el “Total”, sumando todos los valores deducidos individuales.
- iii. Mediante el uso de la “Curva de Corrección” (véase Anexo D), determinar el “Valor Deducido Corregido” en cada iteración realizada, con  $q$  y el “Valor Deducido Total”.
- iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que  $q$  sea igual a 1.
- v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

### **Paso 04: Calculo del PCI de la unidad restando 100 y el CDV máximo obtenido para la unidad de muestreo.**

#### **iii. Clasificación del Sistema Vial**

Producto de los anteriores procedimientos, se debe organizar la información obtenida hasta el momento en la siguiente tabla, donde se debe expresar en porcentajes la cantidad de vías pertenecientes a cada una de las categorías sugeridas. Esto se puede realizar para cada tipo de superficie de rodadura, sean pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos compuestos. A su vez es necesario descomponer esta cantidad según la condición obtenida de la inspección, basados en la clasificación dada en la Figura 8. Luego totalizar ponderando la condición respecto al porcentaje según categoría, de forma que dicho valor caracterice adecuadamente la red vial.

Cabe resaltar que la metodología es limitada en un aspecto, solo es aplicable a vías pavimentadas, sin embargo para cubrir la clasificación de vías no pavimentadas, se puede fijar una condición de PCI igual a 25 (Muy Pobre), el mismo que se asignará como PCI promedio en procedimientos que se señalarán para la aplicación del presente sistema.

Este paso es de suma importancia, ya que la información sistematizada de los distintos grados de condición de la red vial será la base del análisis de tres modelos de conservación.

Tabla 37. Cuadro de cuantificación y clasificación de red vial.

CLASIFICACIÓN DE RED VIAL					
<i>Elaborada por:</i>					
<i>Distrito:</i>			<i>Fecha:</i>		
<i>Tipo de superficie de la vía:</i>					
<i>Pav. Flexible</i> <input type="checkbox"/>		<i>Pav. Rígido</i> <input type="checkbox"/>		<i>Pav. Compuesto</i> <input type="checkbox"/>	
<b>Condición</b>	<b>Vía Expresa</b>	<b>Vías Arteriales</b>	<b>Vías Colectoras</b>	<b>Vías Locales</b>	<b>Total</b>
<i>% por categoría</i>					
<i>Excelente</i>					
<i>Muy Bueno</i>					
<i>Bueno</i>					
<i>Regular</i>					
<i>Pobre</i>					
<i>Muy Pobre</i>					
<i>Colapsado</i>					

## Fase II: Planificación de las intervenciones

Esta etapa se enfoca en la proyección de la condición actual de la vía durante el horizonte de evaluación respectivo mediante ratios de deterioro progresivo que afectan la condición de la vía. Este cálculo permite la estimación del costo de reparación y asignar un monto de inversión anualmente. Dicho monto asignado depende de un orden de prelación establecido relacionado a la condición futura. Se evaluarán las siguientes situaciones:

- Modelo sin intervención
- Sistema de conservación de pavimentos tradicional
- Sistema de conservación de pavimentos preventivo

Las cuales permitirán contrastar el desarrollo evolutivo del PCI de la vía y el costo de reparación condicionado a las intervenciones realizadas. Por último, para contribuir a la efectividad del sistema es necesario hacer que todos los procedimientos mencionados sean parte de un proceso continuo.

#### iv. Determinación del tipo de mantenimiento

En nuestro medio existen manuales provistos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones que brindan especificaciones acerca de cómo realizar acciones de mantenimiento bajo la denominación de mantenimiento rutinario, preventivo, periódico y/o correctivo, por lo tanto es importante realizar acciones de tratamiento según la categorización del PCI como se muestra en la Tabla 38; la cual es una propuesta basada en experiencias norteamericanas empleando la terminología de los tratamientos aplicados en nuestro país. Hay que resaltar que el sistema preventivo de conservación no propone acciones para la condición Regular ( $55 < \text{PCI} < 40$ ) ya que en la experiencia se ha podido determinar que en ciertas condiciones de deterioro la intervención puede llegar a ser contraproducente, por ello es mejor que estos pavimentos se dejen deteriorar a condiciones de rehabilitación más alta.

Tabla 38. Tratamiento según la categorización del PCI

RESUMEN DE RESULTADOS Y ESCALA DE CLASIFICACIÓN			
Inspeccionada por: Cristian Jesús Gaspar Espinoza			
PCI	Standard PCI Rating Scale	Clasificación	Categoría de Acción
100		Excelente (A)	Mantenimiento Preventivo o mínimo
85		Muy Bueno (B)	Mantenimiento Correctivo Menor
70		Bueno (C)	Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo
55		Regular (D)	Sin intervención
40		Pobre (E)	Rehabilitación-Refuerzo Estructural
25		Muy Pobre (F)	Rehabilitación-Reconstrucción
10		Colapsado (F)	
Descripción de la clasificación del PCI			
Excelente	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.		
Muy Bueno	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.		
Bueno	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo: 1.- Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor. 2.- Sellado de Superficie. 3.- Re-encarpetado delgado.		
Pobre	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.		
Muy Pobre / Colapsado	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas que requieren una rehabilitación mayor, probablemente un alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.		

Fuente: Sotil, 2014.

## v. Estimación de recursos

Este proceso se llevará a cabo de forma permanente, puesto que requiere del análisis de las condiciones locales donde se aplique el sistema de conservación; ya que los costos de reparación, mantenimiento o construcción variarán de acuerdo a las condiciones de cada región. Se sugiere que estos costos sean llevados a costos unitarios por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de pavimento.

Anteriormente se presentó un esquema donde se aprecia la relación entre la condición del pavimento y el costo de restauración. (Ver *Figura 3. Ilustración conceptual de la evolución del PCI en el tiempo frente al gasto de intervención*), sin embargo este proceso debe ser realizado con evaluaciones de costos a nivel local. Para cubrir esta limitación, se adoptarán los valores unitarios estimados según la Tabla 39, que brinda costos por metro cuadrado referenciales.

Tabla 39. *Costos de Mantenimiento sugerido.*

<b>Estado PCI</b>	<b>Costo de Mantto (\$/m<sup>2</sup>)</b>
A	15.0
B	25.0
C	35.0
D	50.0
E	120.0
F	160.0

*Fuente: Sotil, 2014.*

## vi. Planificación del mantenimiento

Comprende la proyección del deterioro en las unidades de muestreo analizadas, basada en la aplicación de tasas de deterioro progresivo. Para ello se evaluarán tres modelos ya mencionados:

### *Modelo sin intervención:*

Suponiendo que determinado gobierno local no realiza ninguna acción de mantenimiento sobre su red vial, ya sea por escaso presupuesto, falta de decisión de las autoridades o de interés en este ámbito, se experimentará un deterioro progresivo del pavimento.

Se brinda unas tasas porcentuales de deterioro referenciales con las que puede proyectarse la condición del pavimento; para cubrir la limitante que supone la estimación del deterioro futuro, debido a que para establecer una predicción de la condición del pavimento es necesario contar con data histórica de la condición de la vía, información con la que no se cuenta en los gobiernos locales ni regionales.

Tabla 40. *Ratios de deterioro referenciales.*

<b>Actual</b> <b>Condición</b>	<b>Futuro</b>	
	<b>Condición</b>	<b>Porcentaje</b>
A	A	90.00%
	B	10.00%
B	B	80.00%
	C	20.00%
C	C	50.00%
	D	50.00%
D	D	70.00%
	E	30.00%
E	E	80.00%
	F	20.00%
F	F	100.00%

*Fuente: Sotil, 2014*

Estos ratios no son estándar, por lo que es necesario que para la aplicación inicial del sistema puedan establecerse tasas basadas en el conocimiento empírico local. Los ratios deben ser reajustados a medida que se pueda acumular información de forma que el sistema pueda brindar una mejor predicción de la condición vial, cabe notar que dicha calibración no es objeto de estudio en la presente tesis. Para la proyección de la condición del pavimento se empleará el horizonte de evaluación sugerido por el SNIP (ahora sistema Invierte Perú) en el Anexo 10. Parámetros de Evaluación según se muestra en la Tabla 41; donde se aprecia que para carreteras pavimentadas, ya sean de pavimento flexible o rígido, debe evaluarse un periodo de 20 años.

Tabla 41. *Horizonte de Evaluación a considerar según el SNIP.*

<b>Tipo de PIP</b>	<b>Período de beneficios</b>
Carreteras con tratamiento superficial bicapa	15 años
Carreteras a nivel de afirmado y sin afirmar	10 años
Carreteras a nivel de pavimentos con soluciones básicas	10 años
Carreteras pavimentadas (flexible y rígido)	20 años
Puentes aislados	20 años

*Fuente: MEF, 2013.*

Una vez estimada la condición de la vía se cuantificará en dólares, de acuerdo a los costos de mantenimiento mostrados en la Tabla 39, siendo el monto obtenido la inversión necesaria para que el sistema sea restaurado en su totalidad, al cual se le denominará Costo Anual de Reparación (CAR).

*Sistema de Conservación de Pavimentos Tradicional:*

Este caso, evalúa la situación donde se aplican medidas de corrección sobre pavimentos en condición "F" (PCI<25), que comprende pavimentos Muy Pobres y Colapsados según la clasificación ya señalada. Las medidas referidas serán representadas por un porcentaje del costo anual de reparación obtenido el primer año de evaluación, determinado en el primer caso donde no se ejecuta ninguna intervención. Este porcentaje será aplicado anualmente y en simultáneo con el deterioro del pavimento.

Básicamente se emplearán los mismos criterios que se aplicaron para el primer caso, sin embargo se notará una diferencia en la evolución del PCI. Cabe resaltar que el porcentaje a asignar anualmente dependerá de los recursos económicos del gobierno local, significando así una variable que puede ser modificada en búsqueda de los mejores resultados posibles.

*Sistema de Conservación de Pavimentos Preventivo:*

Este sistema es resultado de experiencias norteamericanas, se aplica el mismo método de proyección de condición mediante ratios de deterioro que en los dos primeros casos. Al igual que el segundo caso se representará las acciones de conservación, en este caso preventivas, mediante un porcentaje del costo anual de reparación obtenido el primer año de evaluación, con la diferencia que su aplicación obedecerá a un orden de priorización basado en el estado del pavimento, como sigue a continuación:

- a. Se denominará fondo de inversión anual a un determinado porcentaje del costo anual de reparación, en este sentido tan solo se aplicará el 50% del fondo de inversión sobre pavimentos en condición F.
- b. El otro 50% se aplicará en pavimentos en condición B.
- c. Si en determinado momento no hay pavimentos en condición B o hay más fondos de los necesarios a invertir se procede a intervenir los pavimentos en condición D.
- d. De igual forma, si los fondos de inversión anual siguieran sobrando por la restauración total de los pavimentos en D o hay más recursos de los necesarios, se reasignará el excedente a pavimentos en condición F.

Esquematisando el orden de prelación:

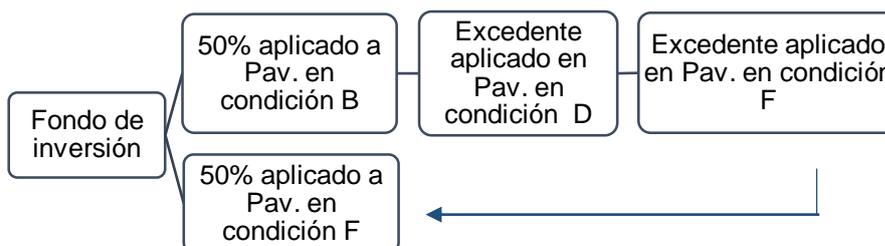


Figura 14. Prelación de intervención según SCP Preventivo.

De esta forma se aplicará el fondo de inversión anual de forma simultánea al deterioro a lo largo del horizonte de evaluación.

### vii. Programa de trabajo y medición del comportamiento

Una vez aplicada la metodología del sistema de conservación preventivo, se definirán los pavimentos que se intervendrán ya sea con mantenimientos rutinarios, periódicos, rehabilitaciones o reconstrucciones, según el orden de priorización ya detallado. Por lo cual se deben elaborar los expedientes técnicos de tramos o secciones específicos, según los manuales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y normativa internacional. Culminada la intervención se evalúa nuevamente el PCI y se procede a re-inventariar el tramo o sección mejorada.

### **viii. Monitoreo**

Para la calibración de los ratios de deterioro en pavimentos es necesario realizar continuamente inspecciones a nivel local para acumular data histórica y generar información para una mejor predicción de la condición futura. Se debe establecer un plan de monitoreo periódico de las secciones, se recomienda las siguientes frecuencias como mínimo:

Si se cuenta con recursos, se deben inspeccionar las condiciones críticas (B, C o D) por lo menos dos veces al año, una vez antes del periodo de lluvias y otra luego de esta época.

Para pavimentos en condición E, una vez cada dos años.

Para pavimentos en condición A, una vez al año.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Para la aplicación del sistema propuesto en la publicación denominada “Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales” se tienen que desarrollar ocho procedimientos, desde la identificación de la vía hasta el monitoreo de la condición del pavimento. También hay que agregar que previo a dichos procedimientos hay que segmentar la red vial para ejecutar la inspección visual.

### 5.1. Registro vial, estimación del PCI y planificación de intervenciones

#### 5.1.1. Definición de tramos, sección y unidades de muestreo

- i. Para la presente tesis se ha realizado el seccionamiento de una vía que compone la Red Vial de Carabayllo.

*Tabla 42. Descomposición de la Red Vial*

Jerarquización	
Tramo	Av. Lomas de Carabayllo
Sección	01. Desde Avenida 02 hasta la Avenida B. 02. Desde Avenida B hasta la Avenida 02.

*Tabla 43. Dimensiones del tramo - Av. Las Lomas de Carabayllo.*

Datos	
Longitud Total	1520 m
Ancho de Carril	4.40 m
Número de Carriles	02

La Tabla 43; muestra las dimensiones de la vía en inspección. Se deja en claro que la evaluación del PCI solo se realiza sobre la calzada, sin embargo es importante saber si existen bermas a cada lado de la vía. El tramo de evaluación tiene una longitud total de 1520 m (con 02 secciones de 760m divididos así por el criterio “v. Tráfico”), como se muestra en el ANEXO H – Croquis longitudinal de vía en evaluación.

- ii. Se procede a detallar los datos de la sección y se determina el número total de unidades de muestreo.

*Tabla 44. Dimensiones de la Sección 01 y 02.*

Datos	
Longitud de Sección (a)	760 m
Ancho de Sección	4.40 m
Longitud Escogida de U.M (b)	70.00 m
Número de unidades (N=a/b)	11 und.

El número de unidades se determinará mediante la división de la longitud de sección y la longitud escogida de unidad de muestreo, dicho valor será aproximado al mayor entero.

$$N = 760\text{m} / 70\text{m} = 10.86 \approx 11 \text{ und.}$$

Las dos secciones totalizan 22 unidades de muestreo.

- iii. Determinado el número total de unidades de muestro (N), se procede a estimar el número mínimo de unidades a inspeccionar mediante la Ecuación 1. Número mínimo de unidades de muestreo.

$$n = \frac{22 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (22 - 1) + 10^2}$$

$$n = 9.51 \approx 10 \text{ und.}$$

Donde:

N = número total de unidades de prueba (N = 22)

e = error permitido en la estimación de la sección PCI (e = 5)

s = desviación estándar del PCI de las unidades de prueba en la sección (s = 10)

Como resultado se tienen 10 unidades de muestreo a inspeccionar.

- iv. Como se mencionó en el subíndice 4.2. Población y muestra de investigación, es recomendable que las unidades estén separadas uniformemente, pudiendo elegir la primera unidad de forma aleatoria. Para determinar el intervalo se empleará la Ecuación 3 :

$$i = N / n$$

N = número total de unidades de prueba disponibles (N = 22)

n = número mínimo de unidades a ser examinados (n = 10)

$$i = 22 / 10 = 2.2$$

El intervalo de muestreo es redondeado al número próximo inferior,  $i = 2$ . La unidad de muestreo seleccionada como partida aleatoria es la unidad de muestreo 02, en consecuencia las demás unidades de muestreo a ser evaluadas son UM-04, UM-06, UM-08, UM-10, UM-12, UM-14, UM-16, UM-18, UM-20.

*Tabla 45. Dimensiones de Unidades de Muestreo.*

Datos	
Longitud de U.M	70.00 m
Ancho de U.M	4.40 m
Número de U.M Total	22
Número mínimo de U.M	10

Nota: Véase a detalle en el ANEXO H – Distribución de Unidades de evaluación y muestreo aleatorio. L-02.

## 5.1.2. Fase I: Registro en campo y estimación del PCI

### i. Inventario

Conforme a lo presentado en el subíndice 4.3.2. Técnicas y procedimientos para analizar datos; el inventariado de vías brinda como producto la información mostrada a continuación.

INVENTARIO DEL SCP		 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
<b>Inspeccionada por:</b>		CRISTIAN JESÚS GASPAR ESPINOZA	
<b>Vía:</b>	av. Lomas de Carabayllo.	<b>Distrito:</b>	Carabayllo
<b>Señale el:</b>		<b>Referencia de localización:</b>	
<b>Tramo:</b>	Inicio: Avenida 02 / Fin: Avenida E	<b>Inicio:</b>	Urb. San José, intersec. Av. 02 y Lomas de Carabayllo
<b>Sección:</b>	Sección 01. Ida/Sección 02. Vuelta	<b>Fin:</b>	"Valle Hermoso", intersec. Av. "B" y Lomas de Carabayllo
Dimensiones de Vía			
<b>Longitud de Red:</b>	83.9 Km.		
<b>Longitud de Tramo:</b>	1520.0 Km.		
<b>Longitud de Sección:</b>	760.0 Km.		
<b>Longitud de Unidad de Muestreo:</b>	70.0 m.	<b>Ancho de Unidad de Muestreo:</b>	4.4 m.
<b>Progresiva de inicio:</b>	0 + 000 m	<b>Progresiva Final:</b>	0 + 760 m
Características de la Vía			
<b>Tipo de superficie de la vía:</b>			
<b>Pav. Flexible</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Pav. Rígido</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Pav. Compuesto</b>	<input type="checkbox"/>	<b>No Pavimentada</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Importancia de la vía:</b>			
<b>Vía Expresa</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Arterial</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Local</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Colectora</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Tráfico de la vía según IMD</b>			
<b>Superior (IMD &gt;4000 Veh/día)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Primera Clase (4000 &gt;IMD &gt;2001 Veh/día)</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Segunda Clase (2000 &gt;IMD &gt;400 Veh/día)</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Tercera Clase (IMD &lt;400 Veh/día)</b>	<input type="checkbox"/>
Observaciones			
No se tiene información respecto al IMD.			

*Figura 15. Registro de la vía inspeccionada.*

Para la clasificación según importancia de la vía, se ha identificado el tramo en estudio dentro de la categoría "Colectora" por los siguientes factores<sup>2</sup>:

<sup>2</sup> Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2005), *Diseño geométrico de vías urbanas*. Lima. Capítulo 02.

*Características del Flujo:* Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos (ligeros y pesados) y el flujo es interrumpido por intersecciones.

*Control de accesos y relación con otras vías:* Señalización limitada con cruces con vías locales.

*Número de carriles:* Conformado por 02 carriles bidireccionales.

*Servicio de transporte público:* El transporte público es autorizado.

## ii. Inspección

Producto de la inspección en campo de la condición de la av. Lomas de Carabayllo, se obtuvieron los resultados indicados en la siguiente tabla.

Tabla 46. Resumen de resultados de las secciones 1 y 2.

Nro.	Unidad	Prog. Inicial	Prog. Final	Sección	Área (m <sup>2</sup> )	PCI	Estado	PCI Sección	Estado Sección
1	U-02	0+060	0+130	1	308	2.00	Colapsado( F )		
2	U-04	0+200	0+270	1	308	19.00	Muy Pobre( F )		
3	U-06	0+340	0+410	1	308	2.00	Colapsado( F )	7.80	Muy Pobre
4	U-08	0+480	0+550	1	308	14.00	Muy Pobre( F )		
5	U-10	0+620	0+690	1	308	2.00	Colapsado( F )		
6	U-12	0+760	0+690	2	308	2.00	Colapsado( F )		
7	U-14	0+620	0+550	2	308	14.00	Muy Pobre( F )		
8	U-16	0+480	0+410	2	308	50.00	Regular( D )	26.00	Pobre
9	U-18	0+340	0+270	2	308	62.00	Bueno( C )		
10	U-20	0+200	0+130	2	308	2.00	Colapsado( F )		

Se ha promediado el índice de condición de pavimento para las secciones analizadas, obteniendo una condición “Muy pobre” para la sección 01 y “Pobre” para la sección 02.

## iii. Clasificación del sistema vial

Según el Plan de Desarrollo Local Concertado del Distrito de Carabayllo al 2021, en su análisis situacional enfocado a las vías de transportes señalan que hasta el año 2015 se han registrado 83,9 Km de vías asfaltadas. Para llevar a cabo la clasificación, es necesario distinguir el tipo de pavimento según la Tabla 37; sin embargo en esta instancia no se cuenta con la información suficiente.

*Tabla 47. Red vial bajo jurisdicción del gobierno local de Carabayllo.*

Tipo de Vía	Km de Vía			
	2007	2010	2012	2015
Arterial	20.2	22.2	26.6	28.6
Colectora	2	2.2	2.6	2.8
Local	37	40.7	48.8	52.5
Total (Km)	59.2	65.1	78	83.9

*Fuente: Municipalidad Distrital de Carabayllo, 2016.*

Se realizó la clasificación de la condición del “Tramo 01” de la Av. Lomas de Carabayllo.

*Tabla 48. Resumen de condición del Tramo 01, Av. Lomas de Carabayllo.*

Condición	U.M	Distribución-Tramo 01	
Bueno ( C )	1	10.0%	10%
Regular ( D )	1	10.0%	10%
Muy Pobre ( F )	3	30.0%	80%
Colapsado ( F )	5	50.0%	
	10		100%

Como se aprecia, la mayor parte la vía se encuentra en estado “F” y tan solo el 20% restante se encuentra en capacidad de brindar un servicio de moderada calidad de tránsito.

### 5.1.3. Fase II: Planificación de las intervenciones

#### iv. Determinación del tipo de mantenimiento

Entre los tipos de intervención referenciados en el subíndice 4.3.2. *Técnicas y procedimientos para analizar datos*, se identifican tres categorías bien definidas, establecidas por el MTC. Es importante resaltar que no es objetivo de la tesis brindar acciones concretas sobre la intervención que se realizará, la cual está en función de la condición, sin embargo se presentarán aspectos importantes a considerar en cada categoría o nivel de intervención.

*Mantenimiento Rutinario.* Reparaciones oportunas por eventos no previstos en vías de una condición “Excelente”, consiste en la reparación de daños en la carpeta asfáltica en forma localizada, comprende la limpieza de calzada, mantenimiento del drenaje y señalización. Su aplicación puede darse una o más veces al año, según el grado de deterioro o condición de la vía. (Gamboa, 2009)

Tabla 49. *Criterios que definen un mantenimiento rutinario.*

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Espesor de carpeta asfáltica	Mayor o igual a 10 centímetros
Baches	De 0% a 10%
Ahuellamiento	De 0% a 5%
Bombeo	De 2% a 3%
Señalización	Si cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Limpias
Puentes, muros de contención	Buen estado

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2002.*

*Mantenimiento Periódico.* Su aplicación se da cada cierto periodo de años y comprende el tratamiento y restauración de la capa superficial en vías de condición presente “Muy Bueno” o “Bueno”, buscando devolver la condición inicial de la vía. Se realiza con el fin de mantener la integridad estructural del pavimento y evitar la rehabilitación. (Gamboa, 2009)

Tabla 50. *Criterios que definen un mantenimiento periódico.*

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Espesor de carpeta asfáltica	De 5 a 10 centímetros
Baches	De 10% a 40%
Ahuellamiento	De 5% a 15%
Bombeo	Menor a 2%
Señalización	No cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Limpias a medianamente colmatadas
Puentes, muros de contención	De buen estado a regular

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2002.*

Involucra trabajos de restauración de la condición superficial de la capa asfáltica, reparación de drenaje y obras de arte.

Tabla 51. *Acciones por categoría de mantenimiento.*

<b>Tipo de mantenimiento</b>	<b>Acciones</b>
Mantenimiento rutinario	Desbroce y limpieza de maleza
	Bacheo de calzada y berma
	Limpieza de cunetas laterales.
	Limpieza de alcantarillas.
Mantenimiento periódico	Mantenimiento de señales.
	Sellado de grietas
	Lechada asfáltica
	Micro-aglomerado
	Sello con arena-asfalto

*Fuente: Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2002.*

*Rehabilitación.* Esta intervención aplica sobre vías en estado “Colapsado”, comprende la reparación selectiva y refuerzo estructural. Esta intervención se ejecuta con el fin de devolver la capacidad estructural y funcional de la vía, necesaria en vías con inadecuado tratamiento de conservación. (Gamboa, 2009)

Tabla 52. *Criterios que definen una rehabilitación.*

<b>Criterio</b>	<b>Valor</b>
Espesor de carpeta asfáltica	Menor a 5 centímetros
Baches	De 40% a 60%
Ahuellamiento	De 15% a 30%
Bombeo	Menor a 2%
Señalización	No cuenta con señalización
Alcantarillas y cunetas	Medianamente colmatadas
Puentes, muros de contención	Mal estado

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2002.*

Tabla 53 *Acciones de rehabilitación según vida residual de la vía.*

<b>Alternativa de Rehabilitación</b>	<b>Acción</b>	<b>Vida Residual - Años</b>			
		<b>0-2.</b>	<b>3-5.</b>	<b>6-10.</b>	<b>&gt;10</b>
Restauración	Riego en negro		√	√	
	Sello arena-asfalto		√	√	√
	Tratamiento superficial		√	√	√
	Lechada asfáltica		√	√	
	Micro-aglomerado		√	√	
	Mezcla drenante		√	√	√
	Fresado		√	√	
Refuerzo	Sobre-capa delgada		√	√	
	Sobre-capa espesa	√	√		
	Nivelación y sobre-capa	√	√	√	
	Fresado y sobre-capa	√	√		
Reconstrucción	Remoción y reemplazo de capas	√			
	Whitotopping	√			

*Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2002.*

## **v. Estimación de recursos**

Para la presente tesis se han considerado los costos de mantenimiento según condición, recopilados por Sotil (2014) para Lima. Dicha información debe ser producto del análisis local de cada nivel de gobierno que decida aplicar este sistema de conservación. La representación de intervenciones de conservación según condición del pavimento, como costo unitario (US\$/ m<sup>2</sup>) tiene impacto sobre los costos anuales de reparación.

En un inicio, dichos costos unitarios pueden ser aproximados, considerando proyectos anteriores en la jurisdicción y bajo la información que pueda manejar el personal técnico dentro de determinado gobierno.

#### vi. Planificación del mantenimiento

Según lineamientos dados por el Ministerio de Economía y Finanzas se define que para pavimentos rígidos o flexibles se debe considerar un horizonte de evaluación de 20 años que comprenderá las proyecciones de deterioro de la Av. Lomas de Carabayllo, de la misma forma se han empleado los ratios de deterioro evolutivo provistos en la Tabla 40. En el subíndice 4.3.2. *Técnicas y procedimientos para analizar datos*, se describen los principales aspectos a considerar para las tres situaciones que se evaluarán para la aplicación del sistema de conservación, dicha evaluación toma en cuenta el aspecto económico como la condición funcional. Bajo las condiciones ya señaladas se procede a la ejecución del análisis de casos.

#### *Modelo sin Intervención:*

Con los datos presentados en la primera etapa, donde se caracteriza la condición funcional del tramo evaluado de la Av. Lomas de Carabayllo, se procede a proyectar el PCI afectado por el deterioro año a año haciendo uso de las tasas señaladas en la Tabla 40. De esta forma se puede obtener la distribución porcentual según condición proyectada. Simultáneamente se estima el costo anual de reparación, mediante la siguiente ecuación:

*Ecuación 5. Determinación del Costo Anual de Reparación.*

$$CAR = (\%i)(A_{total})(C_{mntto})$$

%i: Porcentaje de distribución por nivel de condición.

A<sub>total</sub>: Área total del tramo en análisis.

C<sub>mntto</sub>: Costo de mantenimiento por nivel de condición.

*Tabla 54. Datos del Tramo 01, Av. Lomas de Carabayllo.*

Datos de Vía	
Longitud	760.00 m
Ancho	8.80 m
Área	6688.00 m <sup>2</sup>

El detalle de las proyecciones realizadas a lo largo del horizonte de evaluación se presenta a continuación:

AÑO 01	%Eñt	Deterioro						%Eñt	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	10.0%		0.0%	5.0%				5.0%	62.50	3.13	11.70
D	10.0%			5.0%	7.0%			12.0%	32.50	3.90	40.13
E	0.0%				3.0%	0.0%		3.0%	25.00	0.75	24.08
F	80.0%					0.0%	80.0%	80.0%	25.00	20.00	856.06
	100.0%							100.0%		27.78	931.97

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 02	%Eñt	Deterioro						%Eñt	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	5.0%		0.0%	2.5%				2.5%	62.50	1.56	5.85
D	12.0%			2.5%	8.4%			10.9%	32.50	3.54	36.45
E	3.0%				3.6%	2.4%		6.0%	25.00	1.50	48.15
F	80.0%					0.6%	80.0%	80.6%	25.00	20.15	862.48
	100.0%							100.0%		26.76	952.94

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 03	%Eñt	Deterioro						%Eñt	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	2.5%		0.0%	1.3%				1.3%	62.50	0.78	2.93
D	10.9%			1.3%	7.6%			8.9%	32.50	2.89	29.69
E	6.0%				3.3%	4.8%		8.1%	25.00	2.02	64.77
F	80.6%					1.2%	80.6%	81.8%	25.00	20.45	875.33
	100.0%							100.0%		26.13	972.71

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 04	%Eñt	Deterioro						%Eñt	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	1.3%		0.0%	0.6%				0.6%	62.50	0.39	1.46
D	8.9%			0.6%	6.2%			6.8%	32.50	2.22	22.88
E	8.1%				2.7%	6.5%		9.1%	25.00	2.28	73.19
F	81.8%					1.6%	81.8%	83.4%	25.00	20.85	892.60
	100.0%							100.0%		25.75	990.13

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 05	%Eñt	Deterioro						%Eñt	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.6%		0.0%	0.3%				0.3%	62.50	0.20	0.73
D	6.8%			0.3%	4.8%			5.1%	32.50	1.66	17.06
E	9.1%				2.1%	7.3%		9.3%	25.00	2.34	75.03
F	83.4%					1.8%	83.4%	85.2%	25.00	21.31	912.11
	100.0%							100.0%		25.50	1,004.93

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 06	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-	
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-	
C	0.3%		0.0%	0.2%				0.2%	62.50	0.10	0.37	
D	5.1%			0.2%	3.6%			3.7%	32.50	1.21	12.46	
E	9.3%				1.5%	7.5%		9.0%	25.00	2.25	72.30	
F	85.2%					1.9%	85.2%	87.1%	25.00	21.78	932.12	
100.0%								100.0%		25.34		1,017.25

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 07	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-	
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-	
C	0.2%		0.0%	0.1%				0.1%	62.50	0.05	0.18	
D	3.7%			0.1%	2.6%			2.7%	32.50	0.87	8.99	
E	9.0%				1.1%	7.2%		8.3%	25.00	2.08	66.82	
F	87.1%					1.8%	87.1%	88.9%	25.00	22.23	951.40	
100.0%								100.0%		25.23		1,027.39

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 08	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-	
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-	
C	0.1%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.02	0.09	
D	2.7%			0.0%	1.9%			1.9%	32.50	0.62	6.42	
E	8.3%				0.8%	6.7%		7.5%	25.00	1.87	59.92	
F	88.9%					1.7%	88.9%	90.6%	25.00	22.64	969.22	
100.0%								100.0%		25.16		1,035.65

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 09	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-	
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-	
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.01	0.05	
D	1.9%			0.0%	1.3%			1.4%	32.50	0.44	4.56	
E	7.5%				0.6%	6.0%		6.5%	25.00	1.64	52.56	
F	90.6%					1.5%	90.6%	92.1%	25.00	23.02	985.20	
100.0%								100.0%		25.11		1,042.37

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 10	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-	
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-	
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.01	0.02	
D	1.4%			0.0%	1.0%			1.0%	32.50	0.31	3.22	
E	6.5%				0.4%	5.2%		5.6%	25.00	1.41	45.33	
F	92.1%					1.3%	92.1%	93.4%	25.00	23.34	999.22	
100.0%								100.0%		25.08		1,047.79

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 11	%Att	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.01
D	1.0%			0.0%	0.7%			0.7%	32.50	0.22	2.27
E	5.6%				0.3%	4.5%		4.8%	25.00	1.20	38.59
F	93.4%					1.1%	93.4%	94.5%	25.00	23.63	1,011.30
100.0%								100.0%		25.05	1,052.18

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 12	%Att	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.01
D	0.7%			0.0%	0.5%			0.5%	32.50	0.16	1.60
E	4.8%				0.2%	3.8%		4.1%	25.00	1.01	32.51
F	94.5%					1.0%	94.5%	95.5%	25.00	23.87	1,021.59
100.0%								100.0%		25.04	1,055.71

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 13	%Att	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.5%			0.0%	0.3%			0.3%	32.50	0.11	1.12
E	4.1%				0.1%	3.2%		3.4%	25.00	0.85	27.16
F	95.5%					0.8%	95.5%	96.3%	25.00	24.07	1,030.26
100.0%								100.0%		25.03	1,058.55

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 14	%Att	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.3%			0.0%	0.2%			0.2%	32.50	0.08	0.79
E	3.4%				0.1%	2.7%		2.8%	25.00	0.70	22.53
F	96.3%					0.7%	96.3%	97.0%	25.00	24.24	1,037.50
100.0%								100.0%		25.02	1,060.83

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 15	%Att	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.2%			0.0%	0.2%			0.2%	32.50	0.05	0.55
E	2.8%				0.1%	2.2%		2.3%	25.00	0.58	18.60
F	97.0%					0.6%	97.0%	97.5%	25.00	24.38	1,043.51
100.0%								100.0%		25.01	1,062.66

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 16	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.2%			0.0%	0.1%			0.1%	32.50	0.04	0.39
E	2.3%				0.0%	1.9%		1.9%	25.00	0.48	15.27
F	97.5%					0.5%	97.5%	98.0%	25.00	24.50	1,048.47
100.0%								100.0%		25.01	1,064.13

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 17	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.1%			0.0%	0.1%			0.1%	32.50	0.03	0.27
E	1.9%				0.0%	1.5%		1.6%	25.00	0.39	12.50
F	98.0%					0.4%	98.0%	98.4%	25.00	24.59	1,052.54
100.0%								100.0%		25.01	1,065.32

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 18	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.1%			0.0%	0.1%			0.1%	32.50	0.02	0.19
E	1.6%				0.0%	1.2%		1.3%	25.00	0.32	10.19
F	98.4%					0.3%	98.4%	98.7%	25.00	24.67	1,055.88
100.0%								100.0%		25.00	1,066.26

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 19	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.1%			0.0%	0.0%			0.0%	32.50	0.01	0.13
E	1.3%				0.0%	1.0%		1.0%	25.00	0.26	8.29
F	98.7%					0.3%	98.7%	98.9%	25.00	24.73	1,058.60
100.0%								100.0%		25.00	1,067.02

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 20	%Act	Deterioro						%Eut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.50	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.50	-	-
C	0.0%		0.0%	0.0%				0.0%	62.50	0.00	0.00
D	0.0%			0.0%	0.0%			0.0%	32.50	0.01	0.09
E	1.0%				0.0%	0.8%		0.8%	25.00	0.21	6.73
F	98.9%					0.2%	98.9%	99.1%	25.00	24.78	1,060.81
100.0%								100.0%		25.00	1,067.63

\* En miles de dólares americanos.

A continuación, se presenta el resumen final de este caso en evaluación, detallando la distribución porcentual año a año de los niveles de condición del pavimento, así mismo el PCI promedio y el costo anual de reparación.

Tabla 55. *Resumen de resultados. Situación: Sin intervención.*

Año	Condición del Pavimento						PCI promedio	C.A.R Valor Futuro*
	A	B	C	D	E	F		
1	0.00%	0.00%	5.00%	12.00%	3.00%	80.00%	27.78	931,973
2	0.00%	0.00%	2.50%	10.90%	6.00%	80.60%	26.76	952,940
3	0.00%	0.00%	1.25%	8.88%	8.07%	81.80%	26.13	972,713
4	0.00%	0.00%	0.63%	6.84%	9.12%	83.41%	25.75	990,129
5	0.00%	0.00%	0.31%	5.10%	9.35%	85.24%	25.50	1,004,930
6	0.00%	0.00%	0.16%	3.73%	9.01%	87.11%	25.34	1,017,253
7	0.00%	0.00%	0.08%	2.69%	8.33%	88.91%	25.23	1,027,387
8	0.00%	0.00%	0.04%	1.92%	7.47%	90.57%	25.16	1,035,654
9	0.00%	0.00%	0.02%	1.36%	6.55%	92.07%	25.11	1,042,365
10	0.00%	0.00%	0.01%	0.96%	5.65%	93.38%	25.08	1,047,794
11	0.00%	0.00%	0.00%	0.68%	4.81%	94.51%	25.05	1,052,175
12	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	4.05%	95.47%	25.04	1,055,705
13	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	3.38%	96.28%	25.03	1,058,545
14	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%	2.81%	96.96%	25.02	1,060,828
15	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	2.32%	97.52%	25.01	1,062,662
16	0.00%	0.00%	0.00%	0.12%	1.90%	97.98%	25.01	1,064,134
17	0.00%	0.00%	0.00%	0.08%	1.56%	98.36%	25.01	1,065,315
18	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	1.27%	98.67%	25.00	1,066,263
19	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	1.03%	98.93%	25.00	1,067,022
20	0.00%	0.00%	0.00%	0.03%	0.84%	99.13%	25.00	1,067,631

\* En dólares americanos.

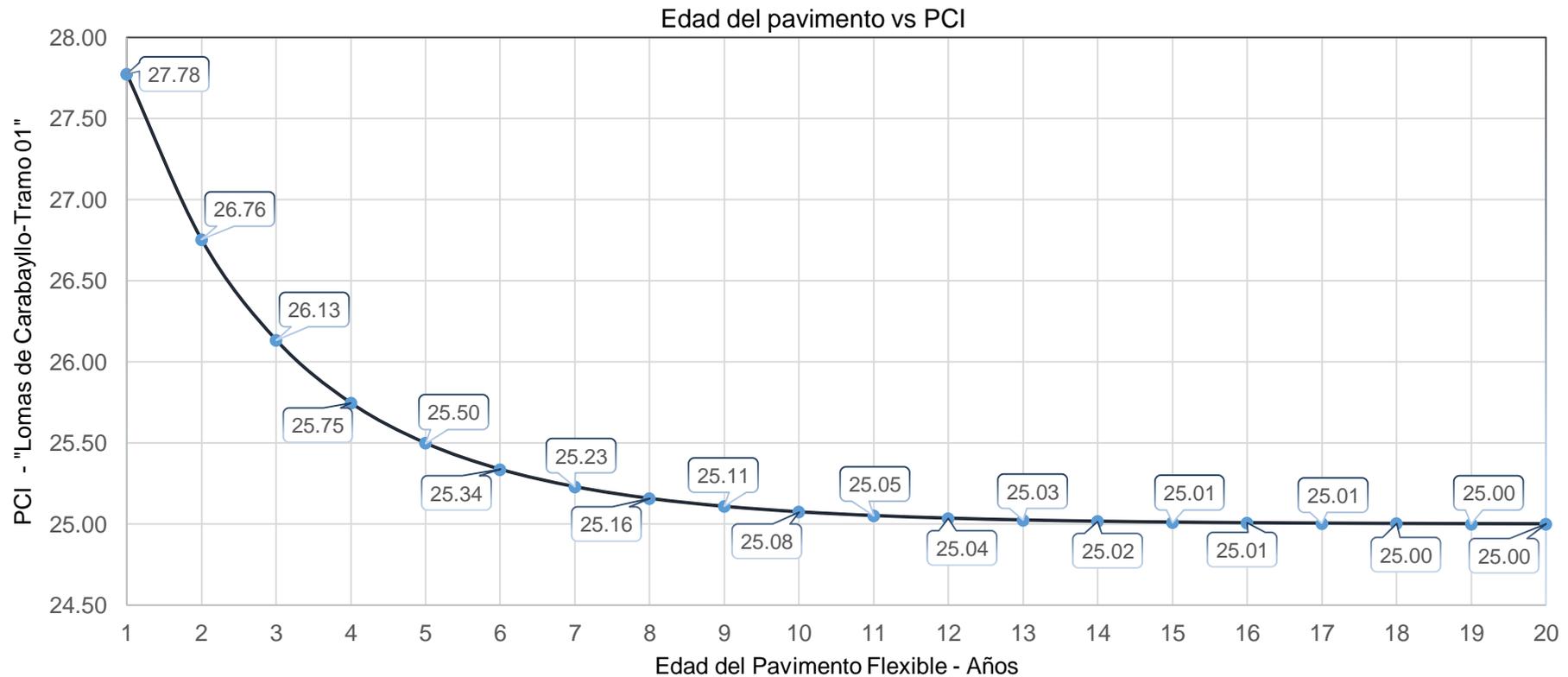
Alternativamente se ha realizado la actualización de dichos costos anuales, empleando la metodología del valor actual neto para cada año evaluado.

Tabla 56. *Costo Anual de reparación en valor presente. Situación: Sin intervención.*

Edad	C.A.R (*)	V.A.N del C.A.R (*) (**)
1	931,972.80	931,972.80
2	952,939.68	916,288.15
3	972,712.75	899,327.62
4	990,129.31	880,221.35
5	1,004,930.42	859,018.73
6	1,017,253.42	836,108.16
7	1,027,386.59	811,958.55
8	1,035,654.12	787,012.02
9	1,042,365.17	761,646.02
10	1,047,794.08	736,166.22
11	1,052,175.35	710,811.96
12	1,055,705.09	685,765.90
13	1,058,545.23	661,164.22
14	1,060,828.28	637,105.97
15	1,062,662.13	613,660.90
16	1,064,134.29	590,876.00
17	1,065,315.50	568,780.65
18	1,066,262.88	547,390.83
19	1,067,022.45	526,712.29
20	1,067,631.27	506,743.10

\* En dólares americanos.

\*\* Tasa de descuento 4%.



*Figura 16. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: Sin Intervención.*

En la Figura 16, se puede apreciar que a partir del año 10 el decrecimiento de la condición del pavimento se ve frenado, esto se debe a la condición inicial puesto que se asume que para la condición "Colapsada" el PCI promedio es equivalente a 25, que es la condición última del pavimento, sin embargo, dicho valor puede ser modificado considerando que su incremento puede afectar o posponer el momento de la intervención de rehabilitación.

Edad del pavimento vs Costo anual de reparación

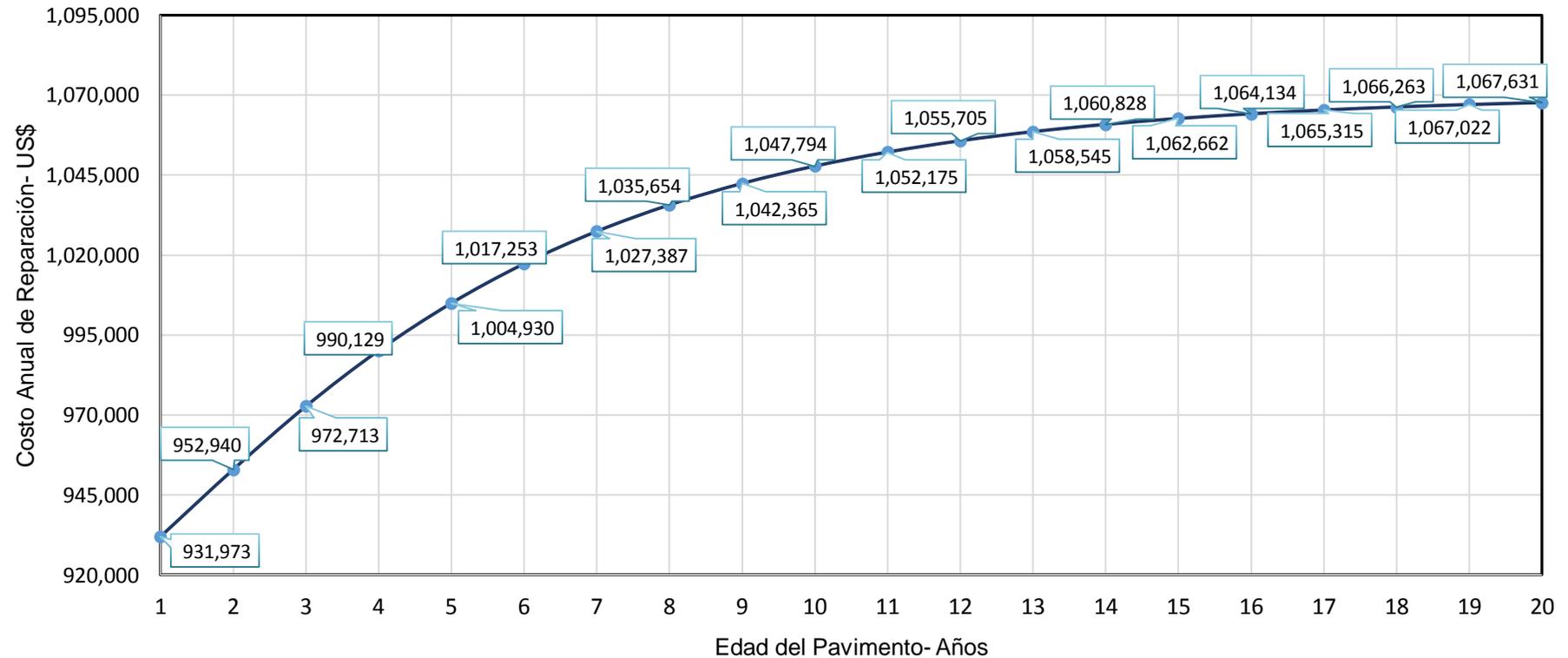


Figura 17. Desarrollo del CAR del Pavimento en Tramo 01. Situación: Sin Intervención.

Lo mencionado tiene efecto sobre el costo anual de reparación, como se muestra en la Figura 17, también sufre una marcada desaceleración en los últimos 05 años de evaluación. Finalmente se obtiene que se requieren de 1'067,631 dólares americanos para la restauración total del tramo evaluado.

*Sistema Tradicional de Conservación de Pavimentos:*

La proyección de deterioro se realiza de la misma forma que en el anterior caso, con la particularidad de que en este sistema se ejecuta una intervención de carácter reactiva, representado como un porcentaje del costo anual de reparación. La principal variación se refleja en la condición “A” y “F”, puesto que la inversión se aplicará en determinada área de la vía en condición colapsada y por causa de la rehabilitación, se incorpora dicha área a la condición “A”. Para este caso se considera que el monto destinado a la intervención reactiva se mantendrá fijo, correspondiendo al 5% del costo anual de reparación del primer año de análisis, este monto puede reparar el 4.35% del área total del “Tramo 01”.

A continuación el detalle de la proyección y el efecto de la intervención en el PCI futuro.

AÑO 01	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	0.0%	0.0%						0.0%	92.5	-	-
B	0.0%	0.0%	0.0%					0.0%	77.5	-	-
C	10.0%		0.0%	5.0%				5.0%	62.5	3.13	11.70
D	10.0%			5.0%	7.0%			12.0%	32.5	3.90	40.13
E	0.0%				3.0%	0.0%		3.0%	25.0	0.75	24.08
F	80.0%					0.0%	80.0%	80.0%	25.0	20.00	856.06
100.0%								100.0%		27.78	931.97

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	0.0%	A	4.35%	4.03	4.37
B	0.0%	B	0.00%	0.00	0.00
C	5.0%	C	5.00%	3.13	11.70
D	12.0%	D	12.00%	3.90	40.13
E	3.0%	E	3.00%	0.75	24.08
F	80.0%	F	75.65%	18.91	809.47
100.0%		100.00%		30.71	889.74

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 02	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	4.4%	3.9%						3.9%	92.5	3.63	3.93
B	0.0%	0.4%	0.0%					0.4%	77.5	0.34	0.73
C	5.0%		0.0%	2.5%				2.5%	62.5	1.56	5.85
D	12.0%			2.5%	8.4%			10.9%	32.5	3.54	36.45
E	3.0%				3.6%	2.4%		6.0%	25.0	1.50	48.15
F	75.6%					0.6%	75.6%	76.2%	25.0	19.06	815.89
100.0%								100.0%		29.63	911.00

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	3.9%	A	8.27%	7.65	8.30
B	0.4%	B	0.44%	0.34	0.73
C	2.5%	C	2.50%	1.56	5.85
D	10.9%	D	10.90%	3.54	36.45
E	6.0%	E	6.00%	1.50	48.15
F	76.2%	F	71.89%	17.97	769.29
100.0%		100.00%		32.57	868.77

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 03	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	8.3%	7.4%						7.4%	92.5	6.89	7.47
B	0.4%	0.8%	0.3%					1.2%	77.5	0.91	1.97
C	2.5%		0.1%	1.3%				1.3%	62.5	0.84	3.13
D	10.9%			1.3%	7.6%			8.9%	32.5	2.89	29.69
E	6.0%				3.3%	4.8%		8.1%	25.0	2.02	64.77
F	71.9%					1.2%	71.9%	73.1%	25.0	18.27	782.13
100.0%								100.0%		31.81	889.16

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	7.4%	A	11.80%	10.92	11.84
B	1.2%	B	1.18%	0.91	1.97
C	1.3%	C	1.34%	0.84	3.13
D	8.9%	D	8.88%	2.89	29.69
E	8.1%	E	8.07%	2.02	64.77
F	73.1%	F	68.74%	17.18	735.53
100.0%		100.00%		34.75	846.93

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 04	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	11.8%	10.6%						10.6%	92.5	9.82	10.66	
B	1.2%	1.2%	0.9%					2.1%	77.5	1.64	3.55	
C	1.3%		0.2%	0.7%				0.9%	62.5	0.56	2.12	
D	8.9%			0.7%	6.2%			6.9%	32.5	2.24	23.02	
E	8.1%				2.7%	6.5%		9.1%	25.0	2.28	73.19	
F	68.7%					1.6%	68.7%	70.3%	25.0	17.59	752.80	
100.0%								100.0%		34.14		865.33

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	10.6%	A	14.98%	13.85	15.02
B	2.1%	B	2.12%	1.64	3.55
C	0.9%	C	0.90%	0.56	2.12
D	6.9%	D	6.88%	2.24	23.02
E	9.1%	E	9.12%	2.28	73.19
F	70.3%	F	66.00%	16.50	706.20
100.0%		100.00%		37.08	823.10

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 05	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	15.0%	13.5%						13.5%	92.5	12.47	13.52	
B	2.1%	1.5%	1.7%					3.2%	77.5	2.48	5.34	
C	0.9%		0.4%	0.5%				0.9%	62.5	0.55	2.05	
D	6.9%			0.5%	4.8%			5.3%	32.5	1.71	17.63	
E	9.1%				2.1%	7.3%		9.4%	25.0	2.34	75.13	
F	66.0%					1.8%	66.0%	67.8%	25.0	16.95	725.72	
100.0%								100.0%		36.50		839.39

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	13.5%	A	17.83%	16.50	17.89
B	3.2%	B	3.19%	2.48	5.34
C	0.9%	C	0.88%	0.55	2.05
D	5.3%	D	5.27%	1.71	17.63
E	9.4%	E	9.36%	2.34	75.13
F	67.8%	F	63.46%	15.87	679.12
100.0%		100.00%		39.44	797.16

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 06	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	17.8%	16.0%						16.0%	92.5	14.85	16.10	
B	3.2%	1.8%	2.6%					4.3%	77.5	3.36	7.25	
C	0.9%		0.6%	0.4%				1.1%	62.5	0.67	2.52	
D	5.3%			0.4%	3.7%			4.1%	32.5	1.34	13.80	
E	9.4%				1.6%	7.5%		9.1%	25.0	2.27	72.80	
F	63.5%					1.9%	63.5%	65.3%	25.0	16.33	699.16	
100.0%								100.0%		38.82		811.63

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	16.0%	A	20.40%	18.87	20.47
B	4.3%	B	4.34%	3.36	7.25
C	1.1%	C	1.08%	0.67	2.52
D	4.1%	D	4.13%	1.34	13.80
E	9.1%	E	9.07%	2.27	72.80
F	65.3%	F	60.98%	15.25	652.56
100.0%		100.00%		41.76	769.40

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 07	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	20.4%	18.4%						18.4%	92.5	16.99	18.42
B	4.3%	2.0%	3.5%					5.5%	77.5	4.27	9.21
C	1.1%		0.9%	0.5%				1.4%	62.5	0.88	3.29
D	4.1%			0.5%	2.9%			3.4%	32.5	1.11	11.46
E	9.1%				1.2%	7.3%		8.5%	25.0	2.12	68.17
F	61.0%					1.8%	61.0%	62.8%	25.0	15.70	671.97
100.0%								100.0%		41.07	782.54

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	18.4%	A	22.72%	21.01	22.79
B	5.5%	B	5.51%	4.27	9.21
C	1.4%	C	1.41%	0.88	3.29
D	3.4%	D	3.43%	1.11	11.46
E	8.5%	E	8.49%	2.12	68.17
F	62.8%	F	58.44%	14.61	625.37
100.0%		100.00%		44.01	740.31

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 08	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	22.7%	20.4%						20.4%	92.5	18.91	20.51
B	5.5%	2.3%	4.4%					6.7%	77.5	5.18	11.17
C	1.4%		1.1%	0.7%				1.8%	62.5	1.13	4.23
D	3.4%			0.7%	2.4%			3.1%	32.5	1.01	10.37
E	8.5%				1.0%	6.8%		7.8%	25.0	1.96	62.79
F	58.4%					1.7%	58.4%	60.1%	25.0	15.04	643.55
100.0%								100.0%		43.22	752.63

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	20.4%	A	24.80%	22.94	24.88
B	6.7%	B	6.68%	5.18	11.17
C	1.8%	C	1.81%	1.13	4.23
D	3.1%	D	3.10%	1.01	10.37
E	7.8%	E	7.82%	1.96	62.79
F	60.1%	F	55.79%	13.95	596.95
100.0%		100.00%		46.16	710.40

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 09	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	24.8%	22.3%						22.3%	92.5	20.65	22.39
B	6.7%	2.5%	5.3%					7.8%	77.5	6.06	13.08
C	1.8%		1.3%	0.9%				2.2%	62.5	1.40	5.24
D	3.1%			0.9%	2.2%			3.1%	32.5	1.00	10.28
E	7.8%				0.9%	6.3%		7.2%	25.0	1.80	57.70
F	55.8%					1.6%	55.8%	57.4%	25.0	14.34	613.70
100.0%								100.0%		45.25	722.40

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	22.3%	A	26.68%	24.68	26.76
B	7.8%	B	7.82%	6.06	13.08
C	2.2%	C	2.24%	1.40	5.24
D	3.1%	D	3.07%	1.00	10.28
E	7.2%	E	7.19%	1.80	57.70
F	57.4%	F	53.00%	13.25	567.10
100.0%		100.00%		48.18	680.17

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 10	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	26.7%	24.0%						24.0%	92.5	22.21	24.09	
B	7.8%	2.7%	6.3%					8.9%	77.5	6.92	14.93	
C	2.2%		1.6%	1.1%				2.7%	62.5	1.68	6.28	
D	3.1%			1.1%	2.2%			3.3%	32.5	1.06	10.94	
E	7.2%				0.9%	5.8%		6.7%	25.0	1.67	53.57	
F	53.0%					1.4%	53.0%	54.4%	25.0	13.61	582.49	
100.0%								100.0%		47.14		692.29

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	24.0%	A	28.36%	26.24	28.45
B	8.9%	B	8.93%	6.92	14.93
C	2.7%	C	2.68%	1.68	6.28
D	3.3%	D	3.27%	1.06	10.94
E	6.7%	E	6.67%	1.67	53.57
F	54.4%	F	50.08%	12.52	535.89
100.0%		100.00%		50.08	650.06

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 11	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	28.4%	25.5%						25.5%	92.5	23.61	25.61	
B	8.9%	2.8%	7.1%					10.0%	77.5	7.73	16.68	
C	2.7%		1.8%	1.3%				3.1%	62.5	1.95	7.32	
D	3.3%			1.3%	2.3%			3.6%	32.5	1.18	12.15	
E	6.7%				1.0%	5.3%		6.3%	25.0	1.58	50.73	
F	50.1%					1.3%	50.1%	51.4%	25.0	12.85	550.17	
100.0%								100.0%		48.91		662.66

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	25.5%	A	29.88%	27.64	29.98
B	10.0%	B	9.98%	7.73	16.68
C	3.1%	C	3.13%	1.95	7.32
D	3.6%	D	3.63%	1.18	12.15
E	6.3%	E	6.32%	1.58	50.73
F	51.4%	F	47.06%	11.76	503.57
100.0%		100.00%		51.85	620.43

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 12	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	29.9%	26.9%						26.9%	92.5	24.88	26.98	
B	10.0%	3.0%	8.0%					11.0%	77.5	8.50	18.34	
C	3.1%		2.0%	1.6%				3.6%	62.5	2.22	8.33	
D	3.6%			1.6%	2.5%			4.1%	32.5	1.33	13.73	
E	6.3%				1.1%	5.1%		6.1%	25.0	1.54	49.33	
F	47.1%					1.3%	47.1%	48.3%	25.0	12.08	517.10	
100.0%								100.0%		50.56		633.82

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	26.9%	A	31.25%	28.90	31.35
B	11.0%	B	10.97%	8.50	18.34
C	3.6%	C	3.56%	2.22	8.33
D	4.1%	D	4.11%	1.33	13.73
E	6.1%	E	6.15%	1.54	49.33
F	48.3%	F	43.97%	10.99	470.50
100.0%		100.00%		53.49	591.59

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 13	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	31.2%	28.1%						28.1%	92.5	26.01	28.21
B	11.0%	3.1%	8.8%					11.9%	77.5	9.22	19.90
C	3.6%		2.2%	1.8%				4.0%	62.5	2.48	9.30
D	4.1%			1.8%	2.9%			4.7%	32.5	1.51	15.56
E	6.1%				1.2%	4.9%		6.1%	25.0	1.54	49.35
F	44.0%					1.2%	44.0%	45.2%	25.0	11.30	483.66
100.0%								100.0%		52.07	605.99

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	28.1%	A	32.48%	30.04	32.58
B	11.9%	B	11.90%	9.22	19.90
C	4.0%	C	3.97%	2.48	9.30
D	4.7%	D	4.65%	1.51	15.56
E	6.1%	E	6.15%	1.54	49.35
F	45.2%	F	40.84%	10.21	437.06
100.0%		100.00%	55.01	563.76	

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 14	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	32.5%	29.2%						29.2%	92.5	27.04	29.32
B	11.9%	3.2%	9.5%					12.8%	77.5	9.90	21.35
C	4.0%		2.4%	2.0%				4.4%	62.5	2.73	10.22
D	4.7%			2.0%	3.3%			5.2%	32.5	1.70	17.54
E	6.1%				1.4%	4.9%		6.3%	25.0	1.58	50.69
F	40.8%					1.2%	40.8%	42.1%	25.0	10.52	450.22
100.0%								100.0%		53.47	579.34

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	29.2%	A	33.58%	31.07	33.69
B	12.8%	B	12.77%	9.90	21.35
C	4.4%	C	4.37%	2.73	10.22
D	5.2%	D	5.24%	1.70	17.54
E	6.3%	E	6.32%	1.58	50.69
F	42.1%	F	37.72%	9.43	403.62
100.0%		100.00%	56.40	537.11	

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 15	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado	
A	33.6%	30.2%						30.2%	92.5	27.96	30.32
B	12.8%	3.4%	10.2%					13.6%	77.5	10.52	22.70
C	4.4%		2.6%	2.2%				4.7%	62.5	2.96	11.09
D	5.2%			2.2%	3.7%			5.9%	32.5	1.90	19.58
E	6.3%				1.6%	5.1%		6.6%	25.0	1.66	53.18
F	37.7%					1.3%	37.7%	39.0%	25.0	9.75	417.14
100.0%								100.0%		54.74	554.00

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	30.2%	A	34.58%	31.99	34.69
B	13.6%	B	13.57%	10.52	22.70
C	4.7%	C	4.74%	2.96	11.09
D	5.9%	D	5.86%	1.90	19.58
E	6.6%	E	6.63%	1.66	53.18
F	39.0%	F	34.63%	8.66	370.54
100.0%		100.00%	57.68	511.77	

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 16	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	34.6%	31.1%						31.1%	92.5	28.79	31.22	
B	13.6%	3.5%	10.9%					14.3%	77.5	11.10	23.94	
C	4.7%		2.7%	2.4%				5.1%	62.5	3.18	11.90	
D	5.9%			2.4%	4.1%			6.5%	32.5	2.10	21.63	
E	6.6%				1.8%	5.3%		7.1%	25.0	1.76	56.64	
F	34.6%					1.3%	34.6%	36.0%	25.0	8.99	384.72	
100.0%								100.0%		55.92		530.04

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	31.1%	A	35.48%	32.82	35.59
B	14.3%	B	14.32%	11.10	23.94
C	5.1%	C	5.08%	3.18	11.90
D	6.5%	D	6.47%	2.10	21.63
E	7.1%	E	7.06%	1.76	56.64
F	36.0%	F	31.60%	7.90	338.12
100.0%		100.00%		58.86	487.81

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 17	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	35.5%	31.9%						31.9%	92.5	29.54	32.03	
B	14.3%	3.5%	11.5%					15.0%	77.5	11.63	25.08	
C	5.1%		2.9%	2.5%				5.4%	62.5	3.38	12.65	
D	6.5%			2.5%	4.5%			7.1%	32.5	2.30	23.64	
E	7.1%				1.9%	5.6%		7.6%	25.0	1.90	60.88	
F	31.6%					1.4%	31.6%	33.0%	25.0	8.25	353.22	
100.0%								100.0%		56.99		507.51

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	31.9%	A	36.28%	33.56	36.40
B	15.0%	B	15.00%	11.63	25.08
C	5.4%	C	5.41%	3.38	12.65
D	7.1%	D	7.07%	2.30	23.64
E	7.6%	E	7.59%	1.90	60.88
F	33.0%	F	28.65%	7.16	306.62
100.0%		100.00%		59.92	465.28

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 18	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	36.3%	32.7%						32.7%	92.5	30.21	32.76	
B	15.0%	3.6%	12.0%					15.6%	77.5	12.11	26.13	
C	5.4%		3.0%	2.7%				5.7%	62.5	3.56	13.35	
D	7.1%			2.7%	4.9%			7.7%	32.5	2.49	25.58	
E	7.6%				2.1%	6.1%		8.2%	25.0	2.05	65.72	
F	28.7%					1.5%	28.7%	30.2%	25.0	7.54	322.86	
100.0%								100.0%		57.96		486.41

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	32.7%	A	37.01%	34.23	37.13
B	15.6%	B	15.63%	12.11	26.13
C	5.7%	C	5.70%	3.56	13.35
D	7.7%	D	7.65%	2.49	25.58
E	8.2%	E	8.19%	2.05	65.72
F	30.2%	F	25.82%	6.45	276.26
100.0%		100.00%		60.90	444.18

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 19	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	37.0%	33.3%						33.3%	92.5	30.81	33.42	
B	15.6%	3.7%	12.5%					16.2%	77.5	12.56	27.09	
C	5.7%		3.1%	2.9%				6.0%	62.5	3.74	13.99	
D	7.7%			2.9%	5.4%			8.2%	32.5	2.67	27.44	
E	8.2%				2.3%	6.6%		8.8%	25.0	2.21	71.00	
F	25.8%					1.6%	25.8%	27.5%	25.0	6.86	293.79	
100.0%								100.0%		58.85		466.73

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	33.3%	A	37.66%	34.84	37.78
B	16.2%	B	16.20%	12.56	27.09
C	6.0%	C	5.98%	3.74	13.99
D	8.2%	D	8.21%	2.67	27.44
E	8.8%	E	8.85%	2.21	71.00
F	27.5%	F	23.10%	5.78	247.19
100.0%		100.00%		61.79	424.50

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

AÑO 20	%Act	Deterioro						%Fut	PCI-Futuro		CAR*	
		A	B	C	D	E	F		Promedio	Ponderado		
A	37.7%	33.9%						33.9%	92.5	31.36	34.01	
B	16.2%	3.8%	13.0%					16.7%	77.5	12.97	27.97	
C	6.0%		3.2%	3.0%				6.2%	62.5	3.89	14.58	
D	8.2%			3.0%	5.7%			8.7%	32.5	2.84	29.20	
E	8.8%				2.5%	7.1%		9.5%	25.0	2.38	76.56	
F	23.1%					1.8%	23.1%	24.9%	25.0	6.22	266.12	
100.0%								100.0%		59.66		448.45

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.6
%Área reparable	4.35%

Condic.	%Fut	Condic.	%Fut	PCI	CAR*
A	33.9%	A	38.25%	35.38	38.37
B	16.7%	B	16.73%	12.97	27.97
C	6.2%	C	6.23%	3.89	14.58
D	8.7%	D	8.73%	2.84	29.20
E	9.5%	E	9.54%	2.38	76.56
F	24.9%	F	20.51%	5.13	219.52
100.0%		100.00%		62.59	406.22

Se aplicó el 5% CAR a la condición F, por ello se restaura la condición F que disminuye 4.35% del área total, y se incorpora a la condición A

\* En miles de dólares americanos.

Conforme a los cuadros de proyección para cada uno de los 20 años de evaluación de la vía, se resume la condición según su aporte porcentual dentro del "Tramo 01", PCI futuro y costo anual de reparación.

Se puede apreciar que el progreso del deterioro en el pavimento se ha detenido y la condición de la vía ha tenido una mejora, alcanzando un PCI igual a 62,59; como efecto de la inversión realizada y en reflejo principalmente por el paulatino incremento anual de pavimentos en condición "A".

Tabla 57. Resumen de resultado, situación: SCP Tradicional.

Año	Condición del Pavimento						PCI promedio	C.A.R Valor Futuro
	A	B	C	D	E	F		
1	4.35%	0.00%	5.00%	12.00%	3.00%	75.65%	30.71	889,742.8
2	8.27%	0.44%	2.50%	10.90%	6.00%	71.89%	32.57	868,770.9
3	11.80%	1.18%	1.34%	8.88%	8.07%	68.74%	34.75	846,925.5
4	14.98%	2.12%	0.90%	6.88%	9.12%	66.00%	37.08	823,102.3
5	17.83%	3.19%	0.88%	5.27%	9.36%	63.46%	39.44	797,159.6
6	20.40%	4.34%	1.08%	4.13%	9.07%	60.98%	41.76	769,400.7
7	22.72%	5.51%	1.41%	3.43%	8.49%	58.44%	44.01	740,306.1
8	24.80%	6.68%	1.81%	3.10%	7.82%	55.79%	46.16	710,397.3
9	26.68%	7.82%	2.24%	3.07%	7.19%	53.00%	48.18	680,168.8
10	28.36%	8.93%	2.68%	3.27%	6.67%	50.08%	50.08	650,057.5
11	29.88%	9.98%	3.13%	3.63%	6.32%	47.06%	51.85	620,430.9
12	31.25%	10.97%	3.56%	4.11%	6.15%	43.97%	53.49	591,586.3
13	32.48%	11.90%	3.97%	4.65%	6.15%	40.84%	55.01	563,755.0
14	33.58%	12.77%	4.37%	5.24%	6.32%	37.72%	56.40	537,109.2
15	34.58%	13.57%	4.74%	5.86%	6.63%	34.63%	57.68	511,769.4
16	35.48%	14.32%	5.08%	6.47%	7.06%	31.60%	58.86	487,812.5
17	36.28%	15.00%	5.41%	7.07%	7.59%	28.65%	59.92	465,279.1
18	37.01%	15.63%	5.70%	7.65%	8.19%	25.82%	60.90	444,180.4
19	37.66%	16.20%	5.98%	8.21%	8.85%	23.10%	61.79	424,503.7
20	38.25%	16.73%	6.23%	8.73%	9.54%	20.51%	62.59	406,218.2

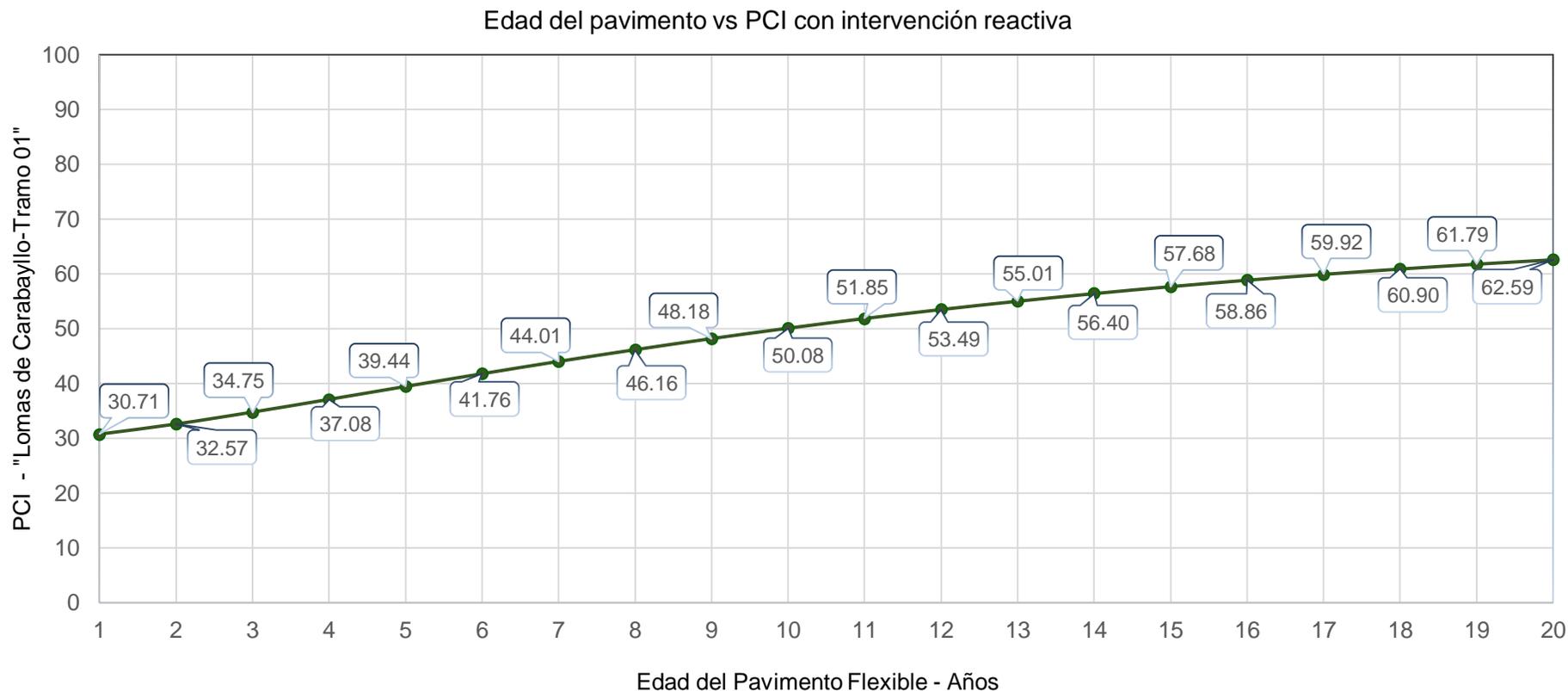
\* En dólares americanos.

Tabla 58. Costo Anual de reparación en valor presente. SCP Tradicional

Edad	C.A.R (*)	V.A.N del CAR (*) (**)	V.A.N del 5%CAR (*) (**)
1	889,742.78	889,742.78	46,598.640
2	868,770.89	835,356.62	44,806.385
3	846,925.55	783,030.28	43,083.062
4	823,102.31	731,734.95	41,426.021
5	797,159.61	681,415.37	39,832.713
6	769,400.67	632,391.27	38,300.685
7	740,306.09	585,074.66	36,827.582
8	710,397.28	539,843.55	35,411.137
9	680,168.82	496,992.69	34,049.170
10	650,057.49	456,721.77	32,739.586
11	620,430.87	419,140.87	31,480.372
12	591,586.28	384,283.17	30,269.588
13	563,755.03	352,119.73	29,105.373
14	537,109.19	322,573.86	27,985.936
15	511,769.38	295,534.06	26,909.553
16	487,812.48	270,864.96	25,874.571
17	465,279.13	248,416.33	24,879.395
18	444,180.37	228,030.32	23,922.495
19	424,503.70	209,546.96	23,002.399
20	406,218.23	192,808.40	22,117.691
			Σ 658,622.35

\* En dólares americanos.

\*\* Tasa de descuento 4%.



*Figura 18. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: Sistema Tradicional de Conservación de Pavimentos.*

En la *Figura 18*, se puede apreciar el desarrollo del deterioro de la condición del pavimento se ve frenado, incluso se aprecia un incremento; esto se debe a las intervenciones enfocadas sobre pavimentos en condición "F", la cual supone mayores costos pues implica la rehabilitación de esta porción del "Tramo 01".

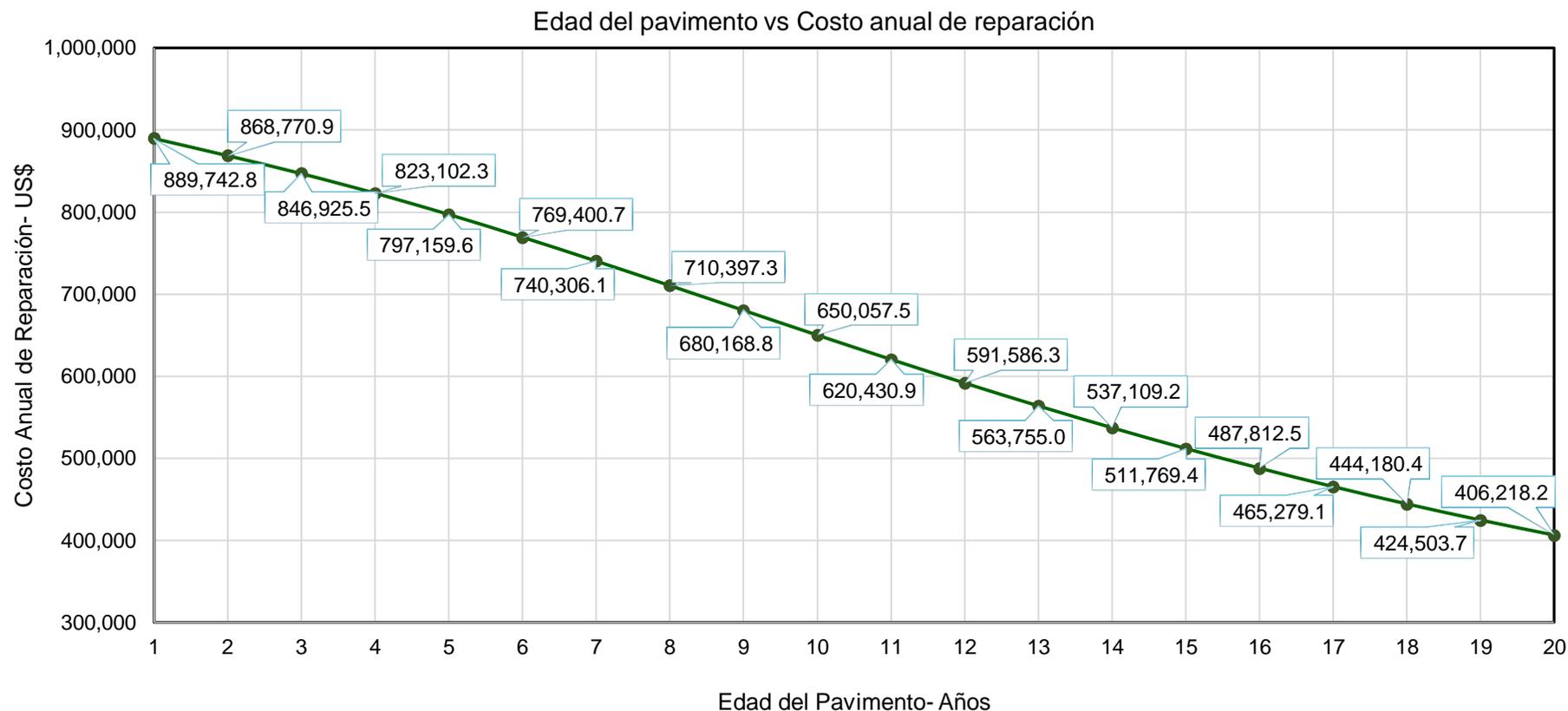


Figura 19. Desarrollo del CAR del pavimento. Situación: Sistema Tradicional de Conservación de Pavimentos.

Lo mencionado tiene efecto sobre el CAR, como se muestra en la Figura 19, también sufre un descenso progresivo, evidente en la variación porcentual entre CAR inicial respecto al CAR al vigésimo año de evaluación es de 219,03%. Pues el monto necesario para poner a punto la vía en el año 01 es mayor en US\$ 483 524,55 sobre el monto de restauración proyectado.

### *Sistema Preventivo de Conservación de Pavimentos:*

De forma similar a los anteriores casos, se proyecta el deterioro anualmente empleando las tasa de deterioros ya señaladas en la *Tabla 40. Ratios de deterioro*, sin embargo a diferencia del sistema tradicional reactivo, se aplica un flujo de priorización señalado en la *Figura 14. Prelación de intervención según sistema preventivo de conservación de pavimentos*, a continuación se mostrará el detalle de la proyección y aplicación del 5% CAR o fondo de inversión anual, que representa una intervención de carácter conservador. Otra diferencia importante, es el hecho de que ya no se tiene una sola condición a intervenir, sino que hay un orden de importancia establecido que debe considerarse. Como se mostró en el sistema reactivo de conservación, el 5% del CAR solo es suficiente para intervenir 4.35% del área total de la vía, ya que el costo de rehabilitación para la condición “F” es elevado y restringe las acciones. En este modelo, el área a intervenir de forma anual es variable, puesto que en determinado momento la inversión planificada puede ser mayor a la necesaria y en hasta algunos casos no existan pavimentos en condición “B” o “D” para reparar, lo que hace necesario que se reasigne la inversión a pavimentos en condición “F”.

La implementación del sistema preventivo en determinado nivel de gobierno, implica que las áreas a intervenir a futuro sean realmente devueltas a condición óptima con un criterio técnico, que obedezca a la priorización de vías con mayor tráfico (IMD) e importancia de la vía (vía expresa, arterial, colectora o local); dicha información debe ser relevada en la etapa de “Inventariado”. Es importante que los porcentajes de áreas a reparar sean seleccionados con los criterios mencionados, por ejemplo: para el Año 01, no se cuenta con pavimentos en condición “B” por lo que la inversión es reasignada a pavimentos en estado “D”, siendo suficiente para restablecer el 6,97% del área total del “Tramo 01” de la av. Lomas de Carabayllo; este porcentaje planificado tiene que llevarse a la práctica mediante los criterios de tráfico e importancia, por ello es de suma relevancia que en el gobierno local o regional que implemente este sistema, inicie el inventariado de vías para así seleccionar los tramos que conformarán el área a reparar determinado.

AÑO 01	%Δtt	%Ett	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. A Reparar	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	0	0.00%	92.5	0.00	0.00									9.14%	9.14%	8.46
B	0	0.00%	77.5	0.00	0.00	0.00	0.00%								0.00%	0.00
C	10%	5.00%	62.5	3.13	11.70										5.00%	3.13
D	10%	12.00%	32.5	3.90	40.13	465.99	6.97%								5.03%	1.64
E	0	3.00%	25	0.75	24.08										3.00%	0.75
F	80%	80.00%	25	20.00	856.06	145.62	2.18%								77.82%	19.46
	100%	100.00%		27.78	931.97										100.00%	33.43

#### Términos Empleados

%Ett	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
	<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
	<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R- US\$	46,598.64

Condic.	%FutDet	Condic.	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	0.0%	A	9.14%	8.46	9.17
B	0.0%	B	0.00%	0.00	0.00
C	5.0%	C	5.00%	3.13	11.70
D	12.0%	D	5.03%	1.64	16.83
E	3.0%	E	3.00%	0.75	24.08
F	80.0%	F	77.82%	19.46	832.76
	100.0%		100.0%	33.43	894.55



AÑO 03	%Att	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	17.50%	15.75%	92.5	14.57	15.80	931.97	13.94%	12.19%	20,373.77	6.09%	4.84%	16,193.77	1.51%	6.69%	22.44%	20.76
B	0.00%	1.75%	77.5	1.36	2.93										0.00%	0.00
C	2.50%	1.25%	62.5	0.78	2.93										1.25%	0.78
D	0.00%	1.25%	32.5	0.41	4.18										0.00%	0.00
E	3.91%	3.13%	25	0.78	25.10										3.13%	0.78
F	76.09%	76.87%	25	19.22	822.62	145.62	2.18%								73.2%	18.30
	100%	100.00%		37.11	873.56										100.00%	40.61

### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	15.7%	22.44%	20.76	22.51
B	1.7%	0.00%	0.00	0.00
C	1.3%	1.25%	0.78	2.93
D	1.3%	0.00%	0.00	0.00
E	3.1%	3.13%	0.78	25.10
F	76.9%	73.18%	18.30	783.13
	100.0%	100.0%	40.61	833.67

AÑO 04	%Att	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F		Parcial			
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	22.4%	20.19%	92.5	18.68	20.26									6.68%	26.87%	24.86
B	0.0%	2.24%	77.5	1.74	3.75	931.97	13.94%	11.69%	19,547.69					0.00%	0.00%	0.00
C	1.3%	0.63%	62.5	0.39	1.46					5.85%				0.63%	0.63%	0.39
D	0.0%	0.63%	32.5	0.20	2.09						5.22%		17,457.69	0.00%	0.00%	0.00
E	3.1%	2.50%	25	0.63	20.08									2.50%	2.50%	0.63
F	73.2%	73.81%	25	18.45	789.82	145.62	2.18%							1.63%	70.00%	17.50
	100.0%	100.00%		40.09	837.47										100.00%	43.37

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	20.2%	26.87%	24.86	26.96
B	2.2%	0.00%	0.00	0.00
C	0.6%	0.63%	0.39	1.46
D	0.6%	0.00%	0.00	0.00
E	2.5%	2.50%	0.63	20.08
F	73.8%	70.00%	17.50	749.07
	100.0%	100.0%	43.37	797.57



AÑO 06	%Det	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F		Parcial			
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	31.1%	28.01%	92.5	25.91	28.10									7.09%	35.09%	32.46
B	0.0%	3.11%	77.5	2.41	5.20	931.97	13.94%	10.82%	18,096.21					0.00%	0.00%	0.00
C	0.3%	0.16%	62.5	0.10	0.37									0.16%	0.16%	0.10
D	0.0%	0.16%	32.5	0.05	0.52					5.41%				0.00%	0.00%	0.00
E	2.0%	1.60%	25	0.40	12.85						5.26%		17,573.71	1.60%	1.60%	0.40
F	66.6%	66.97%	25	16.74	716.60	145.62	2.18%							1.64%	63.15%	15.79
	100.0%	100.00%	45.61	763.64											100.00%	48.75

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	28.0%	35.09%	32.46	35.21
B	3.1%	0.00%	0.00	0.00
C	0.2%	0.16%	0.10	0.37
D	0.2%	0.00%	0.00	0.00
E	1.6%	1.60%	0.40	12.85
F	67.0%	63.15%	15.79	675.73
	100.0%	100.0%	48.75	724.15

AÑO 07	%Det	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F		Parcial					
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim		
A	35.09%	31.59%	92.5	29.22	31.69													
B	0.00%	3.51%	77.5	2.72	5.87	931.97	13.94%	10.43%	17,431.45	5.21%	5.21%	17,431.45	1.63%	7.39%	38.98%	0.00	0.00	0.00
C	0.16%	0.08%	62.5	0.05	0.18													
D	0.00%	0.08%	32.5	0.03	0.26													
E	1.60%	1.28%	25	0.32	10.28													
F	63.15%	63.47%	25	15.87	679.15	145.62	2.18%											
	100%	100.00%	48.20	727.44											100.00%	51.34		

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	31.6%	38.98%	36.06	39.10
B	3.5%	0.00%	0.00	0.00
C	0.1%	0.08%	0.05	0.18
D	0.1%	0.00%	0.00	0.00
E	1.3%	1.28%	0.32	10.28
F	63.5%	59.66%	14.92	638.42
	100.0%	100.0%	51.34	687.99

AÑO 08	%Ar. A	%E. A	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	39.0%	35.08%	92.5	32.45	35.19									7.67%	42.75%	39.55
B	0.0%	3.90%	77.5	3.02	6.52	931.97	13.94%	10.04%	16,781.97	5.02%	4.98%			0.00%	0.00%	0.00
C	0.1%	0.04%	62.5	0.02	0.09									0.04%	0.04%	0.02
D	0.0%	0.04%	32.5	0.01	0.13									0.00%	0.00%	0.00
E	1.3%	1.02%	25	0.26	8.23									1.02%	1.02%	0.26
F	59.7%	59.92%	25	14.98	641.17	145.62	2.18%							56.18%	56.18%	14.05
	100.0%	100.00%		50.74	691.32										100.00%	53.87

#### Términos Empleados

%E. A	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	35.1%	42.75%	39.55	42.89
B	3.9%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.04%	0.02	0.09
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	1.0%	1.02%	0.26	8.23
F	59.9%	56.18%	14.05	601.22
	100.0%	100.0%	53.87	652.42

AÑO 09	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial				
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim		
A	42.75%	38.48%	92.5	35.59	38.60													
B	0.00%	4.28%	77.5	3.31	7.15	931.97	13.94%	9.66%	16,151.21	4.83%	4.83%	16,151.21	7.98%	0.00%	0.00			
C	0.04%	0.02%	62.5	0.01	0.05									0.02%	0.01			
D	0.00%	0.02%	32.5	0.01	0.07									0.00%	0.00			
E	1.02%	0.82%	25	0.20	6.58									0.82%	0.20			
F	56.18%	56.39%	25	14.10	603.41	145.62	2.18%						1.51%	52.7%	13.18			
	100%	100.00%		53.23	655.85									100.00%	56.37			

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	38.5%	46.46%	42.97	46.61
B	4.3%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.02%	0.01	0.05
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.8%	0.82%	0.20	6.58
F	56.4%	52.70%	13.18	563.96
	100.0%	100.0%	56.37	617.19

AÑO 10	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	46.5%	41.81%	92.5	38.68	41.95									8.28%	50.09%	46.34
B	0.0%	4.65%	77.5	3.60	7.77	931.97	13.94%	9.29%	15,531.53					0.00%	0.00%	0.00
C	0.0%	0.01%	62.5	0.01	0.02					4.64%				0.01%	0.01%	0.01
D	0.0%	0.01%	32.5	0.00	0.03						4.63%	15,498.87		0.00%	0.00%	0.00
E	0.8%	0.66%	25	0.16	5.26									0.66%	0.66%	0.16
F	52.7%	52.87%	25	13.22	565.71	145.62	2.18%						1.45%	49.24%	49.24%	12.31
	100.0%	100.00%		55.67	620.75										100.00%	58.82

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	41.8%	50.09%	46.34	50.25
B	4.6%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.01%	0.01	0.02
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.7%	0.66%	0.16	5.26
F	52.9%	49.24%	12.31	526.91
	100.0%	100.0%	58.82	582.46

AÑO 11	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	50.09%	45.08%	92.5	41.70	45.23									8.59%	53.67%	49.65
B	0.00%	5.01%	77.5	3.88	8.38	931.97	13.94%	8.93%	14,923.67	4.46%	4.46%	14,923.67			0.00%	0.00
C	0.01%	0.00%	62.5	0.00	0.01										0.00%	0.00
D	0.00%	0.00%	32.5	0.00	0.02										0.00%	0.00
E	0.66%	0.52%	25	0.13	4.21										0.52%	0.13
F	49.24%	49.37%	25	12.34	528.32	145.62	2.18%						1.39%		45.8%	11.45
	100%	100.00%		58.06	586.16										100.00%	61.23

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	45.1%	53.67%	49.65	53.84
B	5.0%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.01
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.5%	0.52%	0.13	4.21
F	49.4%	45.80%	11.45	490.10
	100.0%	100.0%	61.23	548.16

AÑO 12	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	53.7%	48.30%	92.5	44.68	48.46									8.88%	57.19%	52.90
B	0.0%	5.37%	77.5	4.16	8.97	931.97	13.94%	8.57%	14,325.62					0.00%	0.00%	0.00
C	0.0%	0.00%	62.5	0.00	0.01					4.28%				0.00%	0.00%	0.00
D	0.0%	0.00%	32.5	0.00	0.01									0.00%	0.00%	0.00
E	0.5%	0.42%	25	0.10	3.37									0.42%	0.42%	0.10
F	45.8%	45.90%	25	11.48	491.22	145.62	2.18%							42.39%	42.39%	10.60
	100.0%	100.00%		60.42	552.03										100.00%	63.60

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	48.3%	57.19%	52.90	57.37
B	5.4%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.01
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.4%	0.42%	0.10	3.37
F	45.9%	42.39%	10.60	453.60
	100.0%	100.0%	63.60	514.35

AÑO 13	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F		Parcial					
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim		
A	57.19%	51.47%	92.5	47.61	51.63													
B	0.00%	5.72%	77.5	4.43	9.56	931.97	13.94%	8.22%	13,737.45					9.18%	60.65%	56.10		
C	0.00%	0.00%	62.5	0.00	0.00					4.11%					0.00%	0.00		
D	0.00%	0.00%	32.5	0.00	0.00										0.00%	0.00		
E	0.42%	0.34%	25	0.08	2.70										0.34%	0.08		
F	42.39%	42.47%	25	10.62	454.50	145.62	2.18%							1.28%	39.0%	9.75		
	100%	100.00%		62.74	518.40										100.00%	65.94		

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	51.5%	60.65%	56.10	60.84
B	5.7%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.3%	0.34%	0.08	2.70
F	42.5%	39.01%	9.75	417.46
	100.0%	100.0%	65.94	481.01

AÑO 14	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	60.7%	54.59%	92.5	50.49	54.76									9.47%	64.06%	59.25
B	0.0%	6.07%	77.5	4.70	10.14	931.97	13.94%	7.87%	13,158.55					0.00%	0.00%	0.00
C	0.0%	0.00%	62.5	0.00	0.00					3.93%				0.00%	0.00%	0.00
D	0.0%	0.00%	32.5	0.00	0.00									0.00%	0.00%	0.00
E	0.3%	0.27%	25	0.07	2.16									0.27%	0.27%	0.07
F	39.0%	39.08%	25	9.77	418.18	145.62	2.18%						1.23%	35.67%	35.67%	8.92
	100.0%	100.00%		65.03	485.24										100.00%	68.24

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	54.6%	64.06%	59.25	64.26
B	6.1%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.3%	0.27%	0.07	2.16
F	39.1%	35.67%	8.92	381.73
	100.0%	100.0%	68.24	448.15

AÑO 15	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	64.06%	57.65%	92.5	53.33	57.84									9.76%	67.41%	62.36
B	0.00%	6.41%	77.5	4.96	10.71	931.97	13.94%	7.53%	12,588.82	3.76%	3.76%				0.00%	0.00
C	0.00%	0.00%	62.5	0.00	0.00										0.00%	0.00
D	0.00%	0.00%	32.5	0.00	0.00										0.00%	0.00
E	0.27%	0.21%	25	0.05	1.73										0.21%	0.05
F	35.67%	35.73%	25	8.93	382.30	145.62	2.18%							1.18%	32.4%	8.09
	100%	100.00%		67.28	452.58										100.00%	70.50

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	57.7%	67.41%	62.36	67.63
B	6.4%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.2%	0.21%	0.05	1.73
F	35.7%	32.37%	8.09	346.41
	100.0%	100.0%	70.50	415.77

AÑO 16	%Act	%Elt	PCI-Futuro			1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado	CAR.*	Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	67.4%	60.67%	92.5	56.12	60.87								10.04%	70.71%	65.41	
B	0.0%	6.74%	77.5	5.22	11.27	931.97	13.94%	7.19%	12,028.02				0.00%	0.00%	0.00	
C	0.0%	0.00%	62.5	0.00	0.00					3.60%			0.00%	0.00%	0.00	
D	0.0%	0.00%	32.5	0.00	0.00						3.60%	12,027.51	0.00%	0.00%	0.00	
E	0.2%	0.17%	25	0.04	1.38								0.17%	0.17%	0.04	
F	32.4%	32.42%	25	8.10	346.87	145.62	2.18%						1.12%	29.11%	7.28	
	100.0%	100.00%		69.49	420.39									100.00%	72.73	

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	60.7%	70.71%	65.41	70.94
B	6.7%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.2%	0.17%	0.04	1.38
F	32.4%	29.11%	7.28	311.55
	100.0%	100.0%	72.73	383.87

AÑO 17	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F		Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut
A	70.71%	63.64%	92.5	58.87	63.85								10.32%	73.96%	68.42
B	0.00%	7.07%	77.5	5.48	11.82	931.97	13.94%	6.86%	11,476.01	3.43%				0.00%	0.00
C	0.00%	0.00%	62.5	0.00	0.00									0.00%	0.00
D	0.00%	0.00%	32.5	0.00	0.00									0.00%	0.00
E	0.17%	0.14%	25	0.03	1.10									0.14%	0.03
F	29.11%	29.15%	25	7.29	311.91	145.62	2.18%						1.07%	25.9%	6.47
	100%	100.00%		71.67	388.69									100.00%	74.93

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	63.6%	73.96%	68.42	74.20
B	7.1%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.1%	0.14%	0.03	1.10
F	29.1%	25.90%	6.47	277.14
	100.0%	100.0%	74.93	352.44

AÑO 18	%Act	%Elit	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	74.0%	66.57%	92.5	61.57	66.78									10.60%	77.16%	71.38
B	0.0%	7.40%	77.5	5.73	12.37	931.97	13.94%	6.54%	10,932.64					0.00%	0.00%	0.00
C	0.0%	0.00%	62.5	0.00	0.00					3.27%				0.00%	0.00%	0.00
D	0.0%	0.00%	32.5	0.00	0.00									0.00%	0.00%	0.00
E	0.1%	0.11%	25	0.03	0.88									0.11%	0.11%	0.03
F	25.9%	25.93%	25	6.48	277.43	145.62	2.18%						1.02%	22.73%	22.73%	5.68
	100.0%	100.00%		73.82	357.46										100.00%	77.08

#### Términos Empleados

%Elit	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	66.6%	77.16%	71.38	77.41
B	7.4%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.1%	0.11%	0.03	0.88
F	25.9%	22.73%	5.68	243.20
	100.0%	100.0%	77.08	321.49

AÑO 19	%Act	%Elt	PCI-Futuro		CAR.*	1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado		Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	77.16%	69.45%	92.5	64.24	69.67									10.87%	80.31%	74.29
B	0.00%	7.72%	77.5	5.98	12.90	931.97	13.94%	6.22%	10,397.76	3.11%	3.11%				0.00%	0.00
C	0.00%	0.00%	62.5	0.00	0.00										0.00%	0.00
D	0.00%	0.00%	32.5	0.00	0.00										0.00%	0.00
E	0.11%	0.09%	25	0.02	0.71										0.09%	0.02
F	22.73%	22.75%	25	5.69	243.44	145.62	2.18%							0.97%	19.6%	4.90
	100%	100.00%		75.93	326.71										100.00%	79.21

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>			
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>			
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	69.4%	80.31%	74.29	80.57
B	7.7%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.1%	0.09%	0.02	0.71
F	22.7%	19.60%	4.90	209.74
	100.0%	100.0%	79.21	291.02

AÑO 20	%Act	%Elt	PCI-Futuro			1ra Iterac.		Prelación a D			Prelación F			Parcial		
			Promedio	Ponderado	CAR.*	Ar. Reparable	%Ar. A reparar	%Ar.Saldo	CAR -Saldo	%Equival. D	%Ar.Saldo	CAR -Saldo_2	%Equival. F	Reasig	%Ar.Rep.Fut	PCI Optim
A	80.3%	72.28%	92.5	66.86	72.51								11.13%	83.41%	77.16	
B	0.0%	8.03%	77.5	6.22	13.43	931.97	13.94%	5.90%	9,871.24				0.00%	0.00%	0.00	
C	0.0%	0.00%	62.5	0.00	0.00					2.95%			0.00%	0.00%	0.00	
D	0.0%	0.00%	32.5	0.00	0.00						2.95%	9,871.21	0.00%	0.00%	0.00	
E	0.1%	0.07%	25	0.02	0.57								0.07%	0.07%	0.02	
F	19.6%	19.62%	25	4.90	209.93	145.62	2.18%						0.92%	16.52%	4.13	
	100.0%	100.00%		78.01	296.43									100.00%	81.30	

#### Términos Empleados

%Elt	Porcentaje de vía según condición con deterioro aplicado.	CAR.*	Costo Anual de Reparación según condición.
<b>1ra Iterac.</b>		<b>Prelación F</b>	
Ar. A Reparar	Área a reparar (m2), aplicando el %CAR según prelación. "B" - "D" - "F"	%Ar.Saldo	Exceso entre % Equival. "D" y %Fut "D"
%Ar. A reparar	Porcentaje de Área a reparar.	CAR -Saldo_2	Representación en Costo Anual de Reparación "D" del %Ar. Saldo "D". (USD)
<b>Prelación D</b>		<b>Parcial</b>	
%Ar.Saldo	Exceso entre % de Área a Reparar "B" y %Fut "B"	Reasig	Porcentaje de Área que se restaura y reasigna a condición "A".
CAR -Saldo	Representación en Costo Anual de Reparación "B" del %Ar. Saldo "B". (USD)	%Ar.Rep.Fut	Área que puede repararse al futuro, considerando restauración actual.

\* En miles de dólares americanos.

%Asignado	5.00%
%C.A.R	46,598.64

	%FutDet	%Ar.Rep.Fut	PCI	CAR.*
A	72.3%	83.41%	77.16	83.68
B	8.0%	0.00%	0.00	0.00
C	0.0%	0.00%	0.00	0.00
D	0.0%	0.00%	0.00	0.00
E	0.1%	0.07%	0.02	0.57
F	19.6%	16.52%	4.13	176.76
	100.0%	100.0%	81.30	261.00

A partir de los cuadros de proyección de deterioro y la asignación de recursos según la metodología presentada, se puede notar un desarrollo importante desde el primer año de implementación del sistema preventivo de conservación de pavimentos, logrando así un progreso importante hasta el vigésimo año de evaluación, donde alcanza la condición denominada “Muy Buena” con un valor PCI de 81,30.

Tabla 59. Resumen de resultados, situación: SCP Preventivo.

Año	Condición del Pavimento						PCI promedio	C.A.R Valor Futuro	Incremento
	A	B	C	D	E	F			
1	9.14%	0.00%	5.00%	5.03%	3.00%	77.82%	33.43	894,548.3	
2	17.50%	0.00%	2.50%	0.00%	3.91%	76.09%	37.75	869,039.0	12.9%
3	22.44%	0.00%	1.25%	0.00%	3.13%	73.18%	40.61	833,668.2	7.6%
4	26.87%	0.00%	0.63%	0.00%	2.50%	70.00%	43.37	797,569.7	6.8%
5	31.12%	0.00%	0.31%	0.00%	2.00%	66.57%	46.12	760,332.2	6.3%
6	35.09%	0.00%	0.16%	0.00%	1.60%	63.15%	48.75	724,153.1	5.7%
7	38.98%	0.00%	0.08%	0.00%	1.28%	59.66%	51.34	687,993.1	5.3%
8	42.75%	0.00%	0.04%	0.00%	1.02%	56.18%	53.87	652,421.1	4.9%
9	46.46%	0.00%	0.02%	0.00%	0.82%	52.70%	56.37	617,191.3	4.6%
10	50.09%	0.00%	0.01%	0.00%	0.66%	49.24%	58.82	582,456.0	4.3%
11	53.67%	0.00%	0.00%	0.00%	0.52%	45.80%	61.23	548,160.9	4.1%
12	57.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.42%	42.39%	63.60	514,348.2	3.9%
13	60.65%	0.00%	0.00%	0.00%	0.34%	39.01%	65.94	481,006.6	3.7%
14	64.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.27%	35.67%	68.24	448,147.4	3.5%
15	67.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.21%	32.37%	70.50	415,767.1	3.3%
16	70.71%	0.00%	0.00%	0.00%	0.17%	29.11%	72.73	383,866.9	3.2%
17	73.96%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	25.90%	74.93	352,443.7	3.0%
18	77.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.11%	22.73%	77.08	321,494.6	2.9%
19	80.31%	0.00%	0.00%	0.00%	0.09%	19.60%	79.21	291,015.5	2.8%
20	83.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	16.52%	81.30	261,001.8	2.6%

\* En dólares americanos.

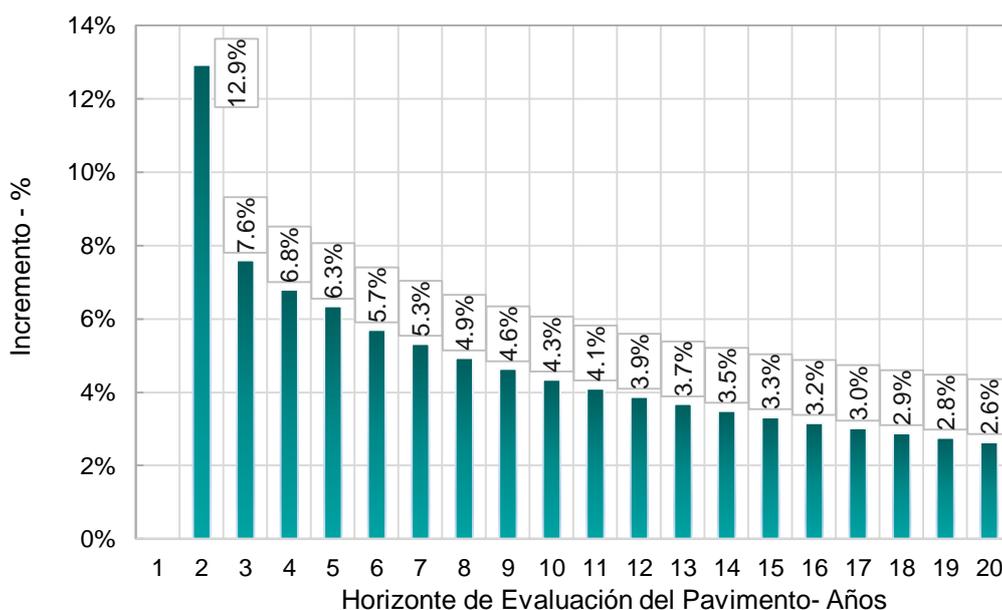


Figura 20. Desarrollo evolutivo del incremento del PCI respecto al año anterior.

En el resumen es apreciable el incremento anual del PCI de la vía, gracias a la intervención de conservación, esto se acentúa en los primeros 10 años de aplicación del sistema y va disminuyendo el incremento a medida que el PCI va restableciéndose, como se muestra en la Figura 20.

Tabla 60. *Costo Anual de reparación en valor presente. Situación: SCP Preventivo.*

Costo de reparación del Tramo 1- US\$			
Edad	C.A.R (*)	V.A.N del CAR (*) (**)	V.A.N del 5%CAR (*) (**)
1	894,548.27	894,548.27	46,598.64
2	869,038.98	835,614.40	44,806.38
3	833,668.23	770,773.15	43,083.06
4	797,569.69	709,036.55	41,426.02
5	760,332.21	649,935.16	39,832.71
6	724,153.06	595,201.03	38,300.69
7	687,993.13	543,730.97	36,827.58
8	652,421.06	495,786.38	35,411.14
9	617,191.26	450,975.61	34,049.17
10	582,456.04	409,225.89	32,739.59
11	548,160.88	370,317.85	31,480.37
12	514,348.17	334,110.77	30,269.59
13	481,006.58	300,435.29	29,105.37
14	448,147.36	269,145.69	27,985.94
15	415,767.07	240,095.13	26,909.55
16	383,866.93	213,147.68	25,874.57
17	352,443.69	188,172.56	24,879.39
18	321,494.64	165,046.75	23,922.50
19	291,015.52	143,653.44	23,002.40
20	261,001.82	123,882.54	22,117.69
		Σ	658,622.35

\* En dólares americanos.

\*\* Tasa de descuento 4%.

De igual forma, traídos a valor presente, serían necesarios US\$ 658 622,35 dólares americanos distribuidos en los 20 años de evaluación para dar la condición “B” al pavimento en el “Tramo 01”.

Así mismo, se presentan unas gráficas que describen el desarrollo del PCI y el CAR, en el horizonte de evaluación. Para el caso del PCI el cambio manifestado desde el año 01 al año 20, es de 243,2%; reponiéndose al punto de alcanzar el límite del rango establecido para la condición “B”, por ende se prolonga la vida residual del pavimento.

Edad del pavimento vs PCI con intervención preventiva

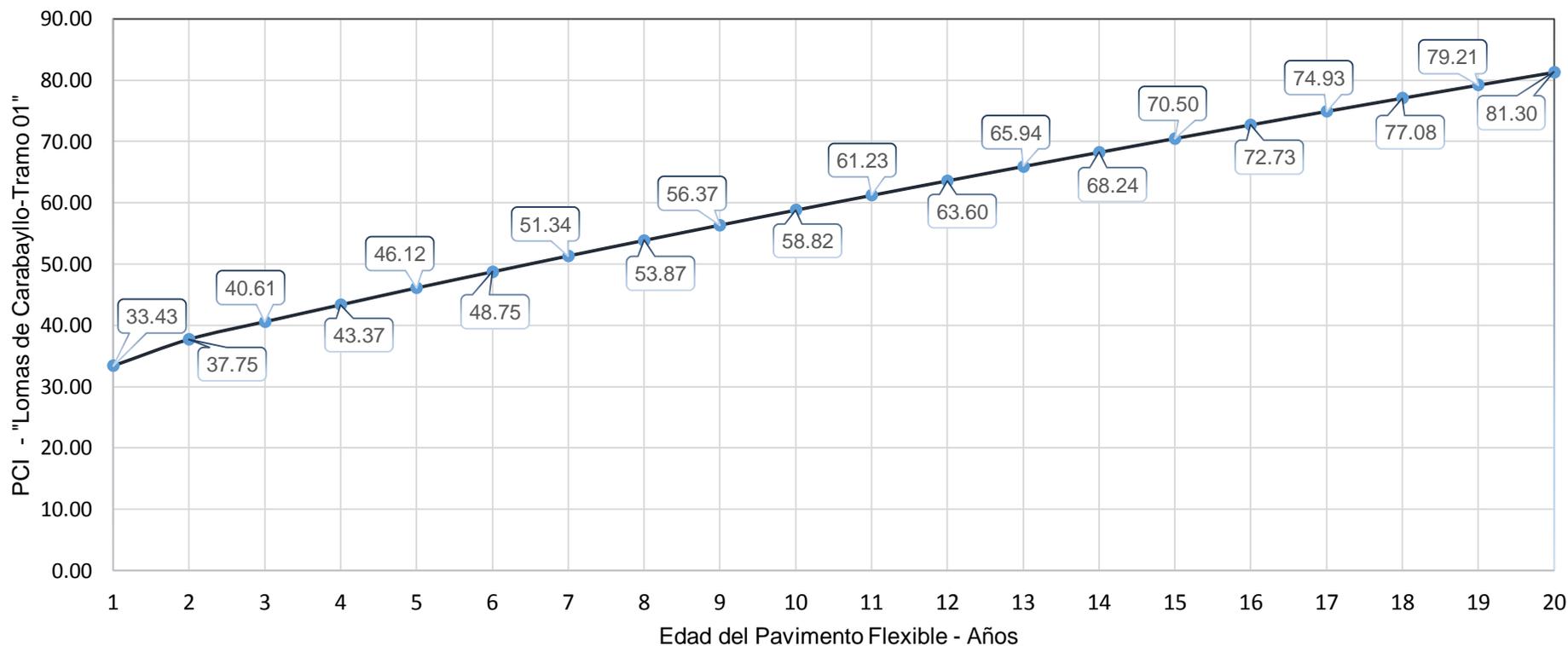
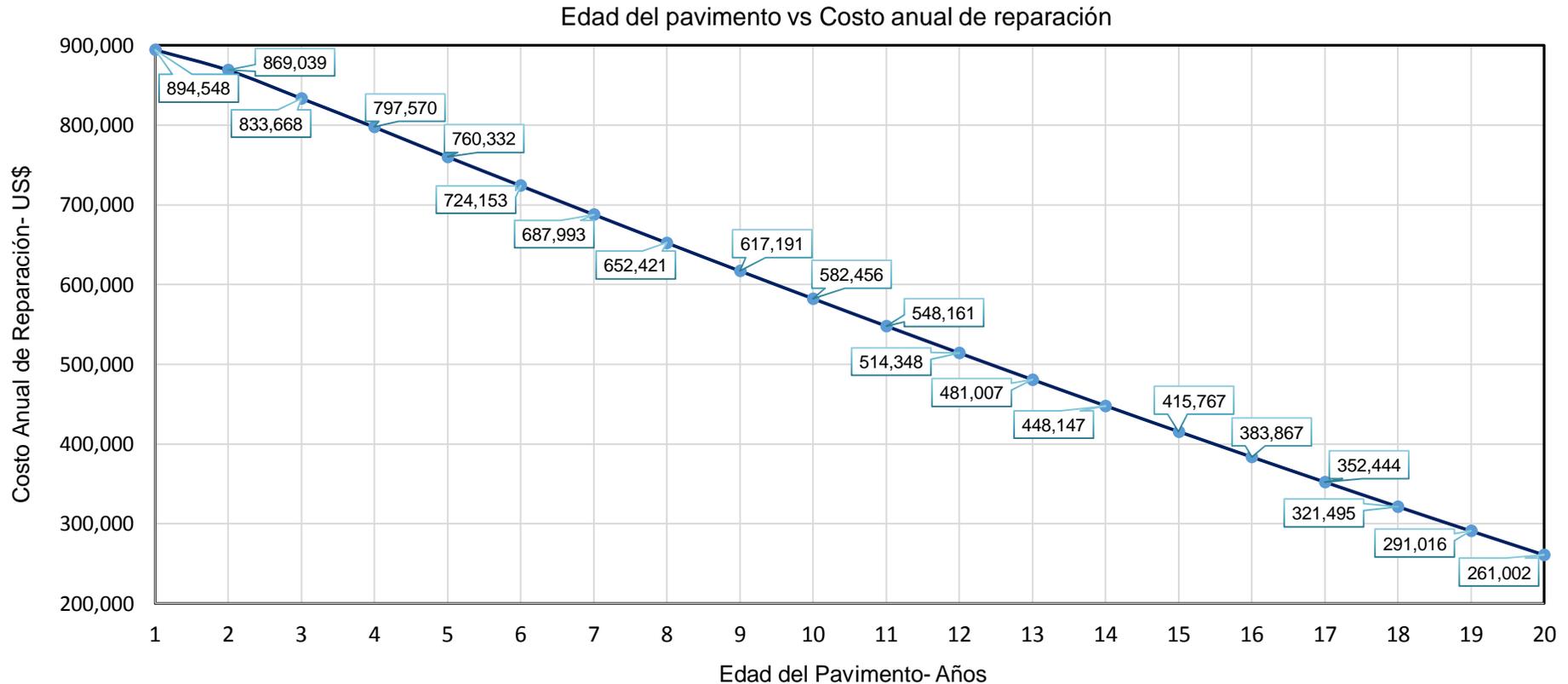


Figura 21. Desarrollo evolutivo de la condición del pavimento. Situación: SCP Preventivo.

En la *Figura 21*, se puede apreciar que el desarrollo de la condición del pavimento se da de forma sostenida durante todo el horizonte de evaluación, esto se debe a la intervención de carácter preventivo sobre pavimentos en condición “B”, “D” y en última instancia en estado “F”, la cual resalta la necesidad de conservar la vía y no de focalizar las intervenciones sobre secciones en condición “Colapsada”.



*Figura 22. Desarrollo del CAR del pavimento. Situación: SCP Preventivo.*

Se puede deducir que con el mismo fondo aplicado en el modelo tradicional pueden realizarse actividades de mantenimiento efectivas sobre una mayor área de la vía, debido a que las medidas reactivas por su costo solo lograrían devolver las condiciones óptimas a un porcentaje limitado del área total de la vía. Dicho en términos económicos, el costo de reparación sufre un descenso progresivo y significativo, ya que el monto inicial necesario para la puesta a punto de la vía en el año 01, logra ser el 342,74% del monto necesario para el año 20.

### **vii. Programa de trabajo y medición del comportamiento**

En función al análisis del caso: Sistema de Conservación de Pavimentos Preventivo, se establecen anualmente las necesidades (áreas de pavimento a intervenir en condición “B”, “D” y “F”) y presupuestos (Costo Anual de Reparación por condición). Dicha información sirve de base para la formulación de expedientes técnicos para proyectos específicos. Estos proyectos deben ser seleccionados por los criterios técnicos tales como: importancia y tráfico de vía, siguiendo lineamientos provistos por normas y manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, autoridad nacional en este ámbito. El éxito del sistema depende de su carácter permanente, por ello es importante que se mida el PCI y registre la nueva condición del pavimento para que en años siguientes pueda acumularse una base de datos del progreso de deterioro. Cabe resaltar que la formulación de una propuesta técnica específica no es objetivo de estudio de la presente tesis.

### **viii. Monitoreo**

Anteriormente se indicó la periodicidad recomendable para ejecutar el monitoreo de los tramos establecidos dentro de la jurisdicción de acuerdo a una programación, sin embargo de llevarse a cabo un convenio entre gobierno local y universidades, se podría realizar el re-inventariado e inspección con mayor frecuencia con la finalidad de acumular información y ajustar el modelo de deterioro.

Otro aspecto del monitoreo es el económico, puesto que también deben calibrarse los costos unitarios necesarios para cada categoría de condición superficial del pavimento, realizando un estudio local de proyectos anteriores y en ejecución. Este es un factor vital porque de ello depende la eficacia del sistema, en un ámbito donde inicialmente no se cuenta con información, esta data debe recolectarse con las experiencias del gobierno local o regional.

Por ejemplo, se ha considerado unos costos de mantenimiento presentados en la publicación denominada “Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales” para

la ciudad de Lima al año 2013, esto puede ser modificado basados en la información técnica con la que se pueda contar adaptada a determinada localidad. Para el caso del “Tramo 01”, la periodicidad mínima de monitoreo es como se indica a continuación:

*Tabla 61. Frecuencia mínima sugerida.*

Tramo 01	PCI	Clasificación	Frecuencia mínima de monitoreo
Sección 01	7.8	Colapsado – F	Sugerido: Una vez cada 3-4 años.
Sección 02	26	Pobre - E	Una vez cada 02 años.

## 5.2. Compendio de resultados

**Resultado 1.** Se determinó la condición funcional presente de un tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B, que posee una longitud de 1520 m para ambos carriles. De acuerdo a la información registrada de la inspección visual del estado superficial del pavimento flexible en el tramo señalado, se puede clasificar la sección 01 como “Muy Pobre” con un PCI= 7,80 y la sección 02 como “Pobre” con un PCI=26,00; siendo el promedio 16,90 clasificado como “Muy Pobre” para todo el tramo en general. Según la evaluación de condición por unidad de muestreo seleccionada, se generaliza para el tramo la siguiente clasificación porcentual: 10% en estado “Bueno”, 10% en estado “Regular”, 30% en estado “Muy Pobre” y 50% en condición “Colapsada”.

**Resultado 2.** Producto del análisis del sistema de conservación preventivo se obtuvo que el monto necesario para el restablecimiento de la condición funcional al primer año es equivalente al 342,75% del CAR obtenido al año 20; de la misma forma en el modelo sin intervención y el modelo tradicional reactivo la variación del costo anual de reparación al año 20 respecto al inicial es equivalente al 87,25% y 219,03% respectivamente.

**Resultado 3.** Se observa que en el modelo preventivo el índice de condición del pavimento evoluciona sostenidamente hasta el año 20, logrando alcanzar un valor de 81,30; clasificado como “Muy Bueno”. Mientras que en el caso del modelo tradicional reactivo, se logra un incremento menor pues alcanza un PCI de 62.59, categorizado como “Bueno” y para el modelo sin intervenciones se observa un declive en la condición alcanzando la categoría “Colapsada”.

## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

A partir del trabajo realizado, se pudo determinar que la priorización de asignación del fondo de inversión para el tratamiento preventivo de pavimentos tiene relevante incidencia sobre la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B, logrando alcanzar un índice equivalente a 81.30, clasificada como “*Muy Bueno*”. También se verificó la influencia de esta variable sobre el costo anual de reparación pues se logra una disminución significativa; siendo el monto necesario para la restitución de la condición funcional de la vía al primer año de evaluación equivalente al 342,75% del CAR del año 20. De la misma forma en el modelo sin intervención y el modelo reactivo la variación del CAR al año 20 respecto al CAR inicial es equivalente al 87,25% y 219,03% respectivamente, lo que indica que a pesar de aplicar el mismo fondo de inversión anual en los modelos se puede obtener resultados diferentes debido a que las acciones en el sistema preventivo son aplicadas de manera más eficiente, ello se refleja en la condición de la vía y en consecuencia sobre el costo de reparación.

**Discusión 1.** Según lo señalado por Cruz & Palacios (2012) en su trabajo de grado denominado “*Implementación de un modelo de gestión vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco urbano del municipio de La Estrella*” determinan que un sistema de gestión vial permite la optimización de recursos, ya que su aplicación brinda la oportunidad de identificar zonas que requieren intervención con un criterio técnico; fundamento con el cual concuerda la presente investigación, sin embargo también determinan que se deben intervenir tramos en condición deficiente o marginal, según la clasificación de la metodología VIZIR; situación que es contraproducente y constituye una acción de menor efectividad; según los resultados obtenidos a partir de la proyección de la condición funcional y de la variación de los costos de reparación futuro e inicial del sistema de conservación preventivo aplicado en esta tesis, se demuestra que la priorización en la asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos en condición “Regular” y “Muy Buena” brinda mejores resultados en términos de condición funcional de la red vial y aprovechamiento de recursos.

**Discusión 2.** En la investigación realizada por Gamboa (2009) para optar el título de Ingeniero Civil presentada bajo el título *“Cálculo del índice de condición aplicado en pavimento flexible de la Av. Las Palmeras de Piura”*, concluye que “la elección adecuada de las técnicas de mantenimiento y reparación permitirán prolongar la vida útil del pavimento, además de representar un ahorro para los gobiernos locales” (p.103). De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación para la evaluación del sistema de conservación preventivo, se resalta la importancia de la priorización de recursos presupuestales en el tratamiento preventivo de pavimentos; ya que este proceso obedece a la elección de ciertos tramos según la condición funcional para su atención, lo cual incide significativamente en la condición superficial pues se logra su incremento y se prolonga el periodo de generación de beneficios del pavimento. Por lo tanto existe concordancia con lo determinado en el antecedente mencionado.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

**Conclusión 1.** La priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos contribuye a la mejora de la condición funcional; en la presente investigación se logra verificar el incremento de la condición de la vía en estudio mediante la evaluación de los sistemas de conservación preventivo y tradicional, que representa la situación actual de la conservación en gobiernos locales. Es así que para el caso del sistema de conservación de carácter preventivo, se logró un aumento significativo del índice de condición del pavimento logrando alcanzar un PCI equivalente a **81,30**; clasificado como "**Muy Bueno**". Mientras que en el caso del sistema tradicional, se logra un incremento menor pues alcanza un PCI de **62,59**, categorizado como "**Bueno**" y para el modelo sin intervenciones se observa un declive en la condición alcanzando la categoría "**Colapsada**".

**Conclusión 2.** La priorización de asignación de recursos presupuestales permite lograr una mejora en la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B; desde el aspecto económico la variación porcentual del costo anual de reparación indica que en el modelo tradicional el costo inicial para la restitución de la condición funcional es **219,03%** respecto al monto obtenido al vigésimo año. Lo que representa una disminución del **54,34%** en el costo anual de reparación. Mientras que en el sistema preventivo se observa una diferencia mayor, ya que la disminución del costo de reparación inicial es de **70.83%**, expresando la mejora sobre la condición funcional.

**Conclusión 3.** Se ha identificado una diferencia significativa entre un sistema de conservación preventivo respecto a un sistema de conservación tradicional; determinando que a pesar de aplicar la misma inversión en ambos modelos se pueden obtener resultados diferentes debido a que las acciones en el sistema preventivo son aplicadas de forma más eficiente y ello se refleja en la condición funcional alcanzada pues se logra la restitución del estado superficial de la vía. Mientras que para el modelo tradicional la condición funcional es clasificada como "**Buena**".

## CAPÍTULO 8. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1.** De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el mayor crecimiento del índice de condición de pavimento se desarrolla en los primeros años de implementación del sistema de conservación preventivo, por ello en aras de ofrecer una mejor infraestructura vial se sugiere incrementar el fondo de inversión anual para agilizar el desarrollo de la condición funcional. Una vez alcanzado un estado clasificado como “*Muy Bueno*” se pueden reducir estos esfuerzos, ya que a medida que se incrementa la condición de la vía se requiere de menor inversión para su restitución.

**Recomendación 2.** Los costos de mantenimiento por metro cuadrado, deben ser producto del análisis local del nivel de gobierno que aplique el sistema de conservación preventivo, pues variarán de acuerdo a la región y disponibilidad de tecnología. El reajuste periódico de este costo unitario tiene influencia directa sobre los costos de reparación, ya que si estos son planteados considerando las particularidades de la zona en jurisdicción, podrán brindarse montos de inversión que logren obtener los resultados planificados. Así mismo, es vital que para la planificación de mantenimiento se recalibren las tasas de deterioro; esto debe diferenciarse por tipo de pavimento, pues el desarrollo del deterioro en cada uno de ellos es distinto.

**Recomendación 3.** Se recomienda ejecutar un control de tráfico de vías, mediante el índice medio diario anual, de esta forma pueden seleccionarse vías para la ejecución de las intervenciones proyectadas. Así mismo la clasificación según condición funcional de la red vial debe realizarse según el tipo de pavimento de esta forma diferenciar la metodología en cuanto a costos unitarios, proyección de deterioro e inspección de fallas.

**Recomendación 4.** Se recomienda la implementación de la metodología del sistema de conservación preventivo, principalmente en los niveles de gobierno regional y locales donde se encuentra la posibilidad de acortar la brecha de infraestructura vial en nuestro país, pues se ha comprobado que su aplicación resulta en la restitución de la condición del pavimento además de mantener un nivel óptimo permanentemente.

## CAPÍTULO 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Society for Testing and Materials. (2009). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos*. West Conshohoken.
2. Beckley, M. E. (2016). *Pavement deterioration modeling using historical roughness data*. (Tesis de maestría). Arizona State University, Arizona, EE.UU.
3. Bendazón, M. A., Duarte, J., & Hernández, M. (2007). *Diseño e implementación de un sistema de gestión vial y de espacio público para Bogotá, Colombia*. *Revista Infraestructura Vial*, pp.4-12.
4. Corros B., M., Urbáez P., E., & Corredor M., G. (2009). *Manual de evaluación de pavimentos-Módulo III*. Caracas.
5. Cruz Arias, C. M., & Palacios Ramírez, E. E. (2012). *Implementación de un modelo de gestión vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco urbano del municipio de La Estrella*. (Tesis para obtener la especialidad en transportes). Universidad de Medellín, Colombia.
6. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles-Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Periódico para la Red Vial departamental no pavimentada*. Lima, Perú.
7. Escuela de Gestión Pública de la Universidad del Pacífico. (2015). *Un Plan para salir de la pobreza: Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Lima: Asociación para el Fomento de Infraestructura Nacional, Perú.
8. Gamboa Chiccón, K. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en el pavimento flexible en las Av. Las Palmeras de Piura*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil), Universidad de Piura, Perú.
9. González del Águila, W. J. (2009). *Propuesta de I+D+I de instrumentos de medición de niveles de serviciabilidad de carreteras asfaltadas: un aporte de innovación tecnológica al mantenimiento de obras de infraestructura vial*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
10. Hernandez, S., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
11. Instituto Nacional de Vías. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá, Colombia.
12. Minaya Gonzalez, S., & Ordóñez Huamán, A. (2006). *Diseño moderno de pavimentos asfálticos*. Lima: Instituto de Construcción y Gerencia.
13. Ministerio de Economía y Finanzas. (2013). *Anexo SNIP 10. Parámetros de evaluación*. Lima, Perú.
14. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (Marzo de 2016). *Intervenciones en la Red Vial Nacional*. Lima: Provias Nacional. Obtenido de <http://www.proviasnac.gob.pe/frmDocumentosdelInteres.aspx?idMenu=957>
15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2005). *Diseño geométrico de vías urbanas*. Lima, Perú.

16. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2007). *Las especificaciones técnicas generales para la conservación de carreteras*. Lima, Perú.
17. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *Norma Técnica de Edificaciones CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima, Perú.
18. Morales Olivares, J. P. (2005). *Técnicas de Rehabilitación de Pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Perú.
19. Morales Zapata, R. F., & Sancho Olmos, D. E. (2004). *Material de apoyo didáctico de la enseñanza aprendizaje en la asignatura de Carreteras II*. (Tesis de Licenciatura), Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
20. Municipalidad distrital de Carabayllo. (2016). *Plan de Desarrollo Local Concertado del distrito de Carabayllo*. Lima, Perú.
21. Rabanal Pajares, J. E. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía Evitamiento Norte, utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú.
22. Rivera, E., Rojas, J., Darce, M., Arauz, C., Arauz, R., & Navarro, S. (2011). *Informe: Medición del PCI en el pavimento*. Managua, Nicaragua.
23. Rodríguez Velasquez, D. (2009). *Cálculo del índice de condición de pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de Castilla*. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Perú.
24. Sanchez Sabogal, F. (2007). *Curso de diseño de pavimentos*. Bogotá.
25. Smith, R., Freeman, T., & Chang, C. (2006). *Gestión de Infraestructura Vial*. Lima: Fondo Editorial ICG.
26. Sotil Chavez, A. (2014). Propuesta de Sistema de Gestión de Pavimentos para Municipalidades y Gobiernos Locales. *Revista Infraestructura Vial*, pp.13-24.
27. Sotil Chávez, A. (2016). *Implementación de sistema de gestión de pavimentos y veredas para las municipalidades del Perú*. Lima: SENCICO.
28. Sullcaray Bizarro, S. C. (2013). *Metodología de la investigación*. Lima: Fondo editorial de la Universidad Continental.
29. Vásquez Varela, L. R. (2002). *Pavement Condition Index para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales, Colombia.
30. Vásquez Varela, L. R. (2015). *Inspección visual y evaluación de deterioros en pavimentos asfálticos de carreteras con la metodología VIZIR*. Manizales, Colombia.
31. World Economic Forum. (2017). *The Global Competitiveness Report*. Ginebra, Suiza.

## ANEXO A. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		
			Variable 1: Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, mediante la aplicación del PCI.		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Problema principal</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>			
¿De qué manera incide la priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, con la aplicación del PCI, en la condición funcional?	Determinar cómo incide la priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos en la condición funcional.	La priorización de asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos contribuye a la mejora de la condición funcional.	Asignación de recursos presupuestales.	Inversión aplicada anualmente según condición del pavimento: B (Muy Bueno) D (Regular) F (Colapsado)	Cuadros de proyección anual para la clasificación porcentual de la vía según rangos del PCI y Costos de reparación.
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivo específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>			
¿Cómo incide la priorización de asignación de recursos presupuestales en la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B?	Determinar cómo incide priorización de asignación de recursos presupuestales en la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	La priorización de asignación de recursos presupuestales mejora la condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.			
¿Qué diferencias existen, en términos de la condición funcional del pavimento, entre un sistema de conservación preventivo respecto a un sistema de conservación tradicional?	Identificar las diferencias que existen, en términos de la condición funcional del pavimento, entre un sistema de conservación preventivo respecto a un sistema de conservación tradicional.	Existen diferencias significativas entre un sistema de conservación preventivo y un sistema de conservación tradicional, respecto a la condición funcional del pavimento.	Condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	Índice de condición del pavimento para el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	Formato 01. Exploración del PCI del pavimento flexible.  Equipo de medición compuesto por odómetro, regla y cinta. Equipo de seguridad y señalización.
			Variable 2: Condición funcional del pavimento.		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos

Alcance y diseño de investigación	Población y muestra	Técnicas e instrumentos
<p style="text-align: center;"><b>Alcance</b></p> <p>Sánchez y Reyes (2006) citados por Sullcaray (2013) indican que una investigación Descriptiva es aquella orientada a explicar o identificar las razones causales de la presencia de ciertos acontecimientos. (p.74) En la presente se pretende evaluar el efecto que conlleva cada modelo en su aplicación sobre la condición funcional del pavimento. Para ello se tiene en consideración un modelo de gestión de carácter preventivo frente a otros dos modelos tradicionales aplicados por gobiernos locales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Diseño</b></p> <p>La presente investigación tiene un enfoque Cuantitativo, pues emplea la recolección de datos para la comprobación de las hipótesis.</p> <p>Por su diseño corresponde a una investigación No Experimental, como señalan Hernandez, Fernández, &amp; Baptista (2014); son estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que solo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. (p.205)</p> <p>A su vez por su diseño No Experimental, se puede clasificar como Transeccional, pues el relevamiento de información para la determinación de la condición funcional presente de la vía, fue llevado a cabo en un determinado momento.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Población</b></p> <p>Se establecerá un tramo de evaluación para la recolección de información. Para ello se seleccionó un tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre las av. 02 y av. B.</p> <p style="text-align: center;"><b>Tipo de muestra:</b></p> <p>Es probabilística, puesto que los elementos seleccionados para la evaluación provienen de un grupo mayor que es la población, contando con las mismas posibilidades de ser elegidos. (Hernandez, Fernández, &amp; Baptista, 2014)</p> <p style="text-align: center;"><b>Tamaño de muestra:</b></p> <p>Para determinar el número mínimo de unidades de muestreo a evaluar se empleó la siguiente expresión:</p> $n = \frac{N x \sigma^2}{\frac{e^2}{4} x (N - 1) + \sigma^2}$ <p>n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (redondeado al mayor entero). N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento. e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%) σ: Desviación estándar del PCI entre las unidades. (Asumir 10 para pavimento flexible)</p> <p>Bajo las consideraciones señaladas se obtuvo como número mínimo de unidades a inspeccionar un total de 10 unidades de pavimento flexible de una población de 22 unidades que conforman el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre las av. 02 y av. B.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Variable 1: Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Técnicas:</b></p> <p>Para su estimación es necesario contar con algunos elementos como la clasificación de la vialidad en estudio según la condición funcional de las unidades que la componen, dicha información recogida del registro de fallas y determinación del PCI. También es necesario contar con costos de reparación por unidad de área, relacionándolos a cada uno de los rangos para PCI. El procedimiento debe ser evaluado de forma anual, pues el pavimento es un elemento susceptible a deterioro en el tiempo.</p> <p style="text-align: center;"><b>Instrumentos:</b></p> <p>Los instrumentos empleados para la medición de esta variable fueron los cuadros de proyección anual para la clasificación porcentual de la vía según rangos del PCI y costos de reparación referenciales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Variable 2: Condición funcional.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Técnicas:</b></p> <p>Para la estimación de la condición funcional presente en la vía se empleó la metodología PCI, la cual consiste en la inspección de fallas y su valoración tanto en cantidad como en severidad. Este procedimiento de inspección permite obtener un índice para calificar el estado funcional de la vía.</p> <p style="text-align: center;"><b>Instrumentos:</b></p> <p>Los instrumentos empleados para la medición de la variable fueron un formato de exploración del PCI de pavimento flexible, equipos de seguridad y señalización; y equipos de medición compuesto por odómetro, regla y cinta métrica,</p>

## ANEXO B. Validación de instrumentos

### DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

**Variable Independiente: Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos.**

Proceso en el cual se define el fondo de inversión para el tratamiento de la vía en análisis, este fondo se asigna en función a la condición funcional de la vialidad.

#### Dimensión 1: Asignación de recursos presupuestales

La asignación de recursos se da bajo el enfoque presupuestal, dado que la presente investigación evalúa las intervenciones como inversiones programadas anualmente.

**Variable Dependiente: Condición funcional del pavimento.**

Sánchez F. (2007) señala que la condición funcional es el conjunto de características superficiales del pavimento que se relacionan con la comodidad y la seguridad de los usuarios.

**Dimensión 1: Condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.**

Se denomina así al estado superficial del pavimento flexible localizado en el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B; caracterizado por el PCI, el cual evalúa un conjunto de factores conformados por la clase de falla, severidad y densidad. Para su estimación se debe realizar la inspección visual de dichos factores; adicionalmente se registra la información en el Formato 01, provisto en la presente tesis.

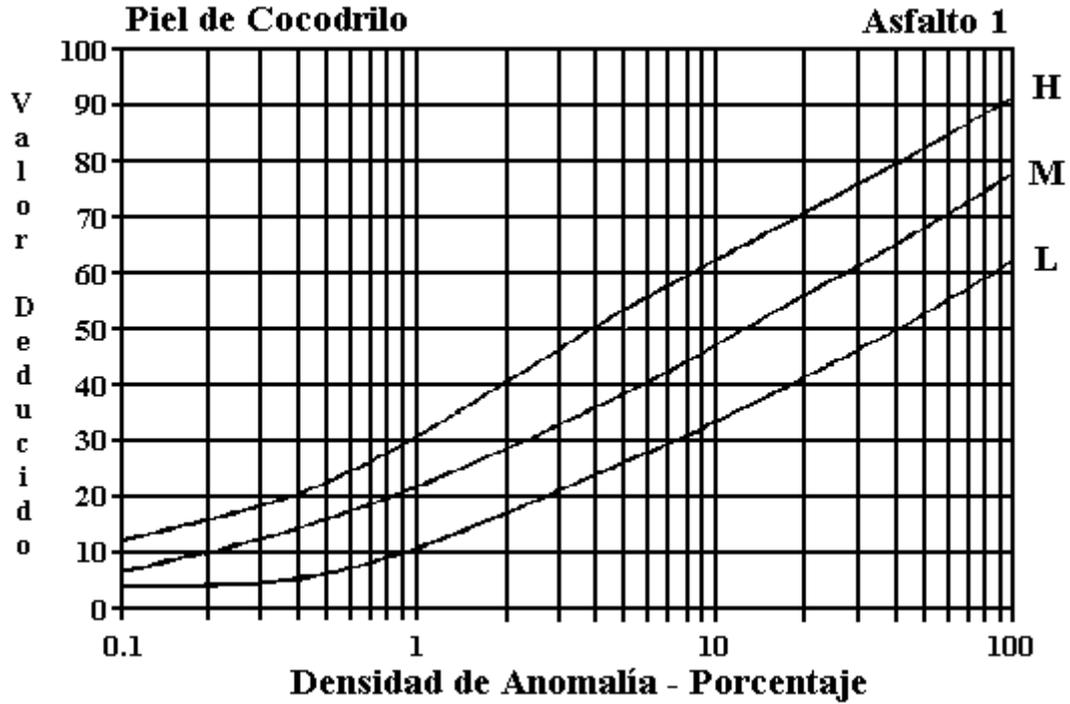
### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensiones	Indicadores
Asignación de recursos para el tratamiento de pavimentos, mediante la aplicación del PCI.	Asignación de recursos presupuestales	Inversión aplicada anualmente según condición del pavimento, representado como un porcentaje del fondo de inversión anual aplicado al estado: B (Muy Bueno), D (Regular) y F (Colapsado).
Condición funcional del pavimento	Condición funcional del tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.	Índice de condición del pavimento para el tramo de la av. Lomas de Carabayllo comprendido entre la av. 02 y la av. B.

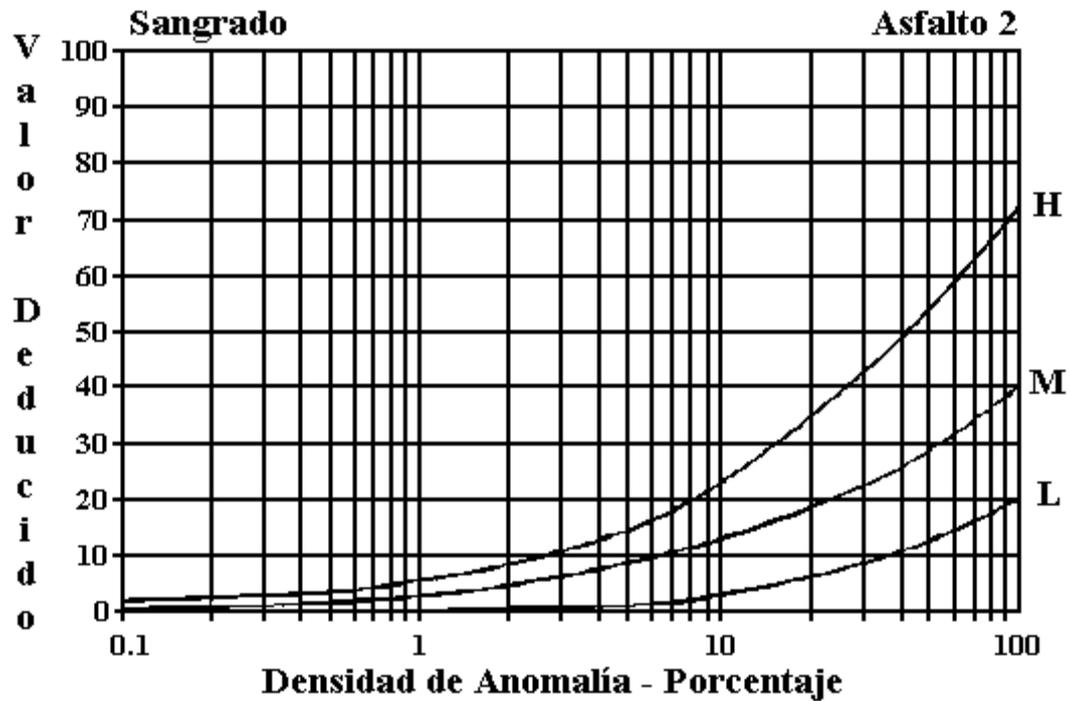


### ANEXO C. Valores deducidos de daño

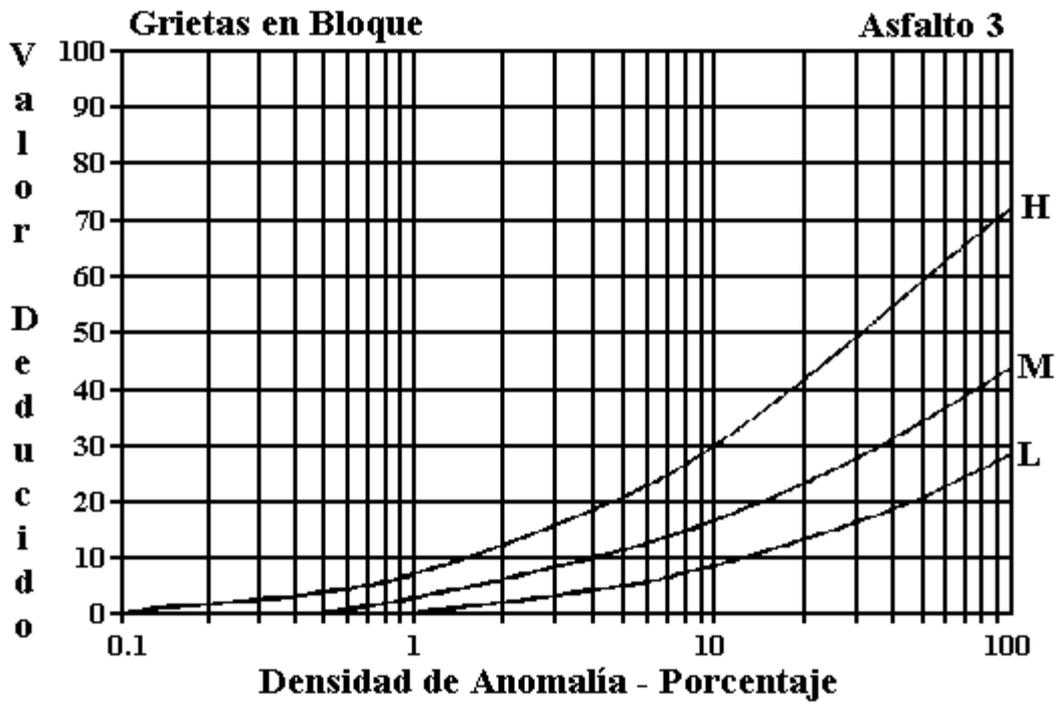
*Valor deducido- Piel de cocodrilo*



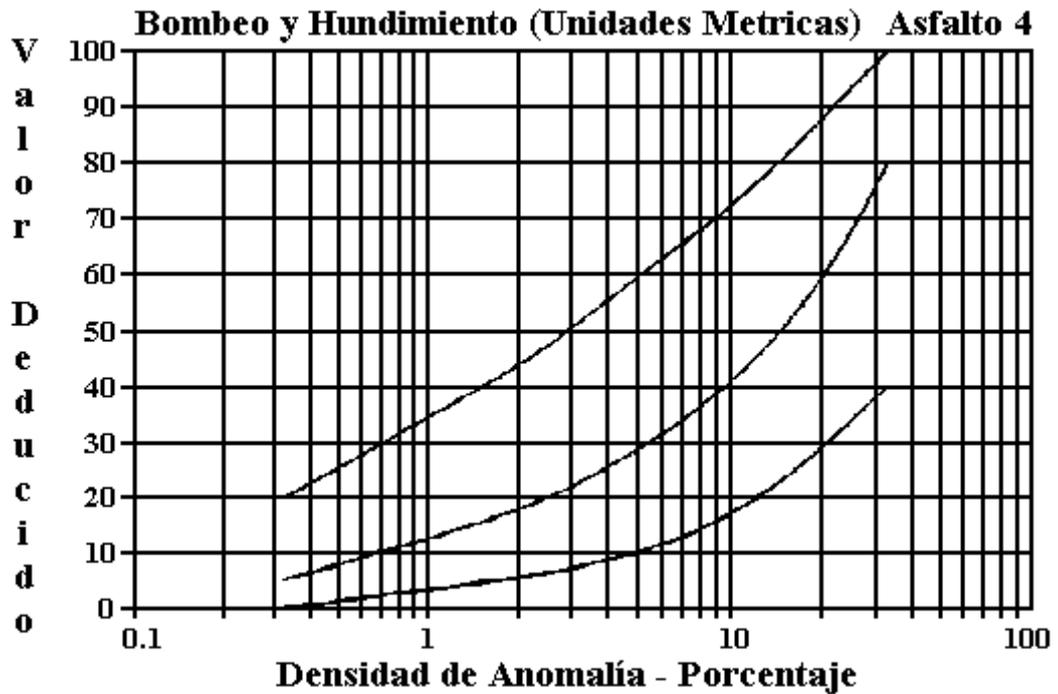
*Valor deducido- Exudación.*



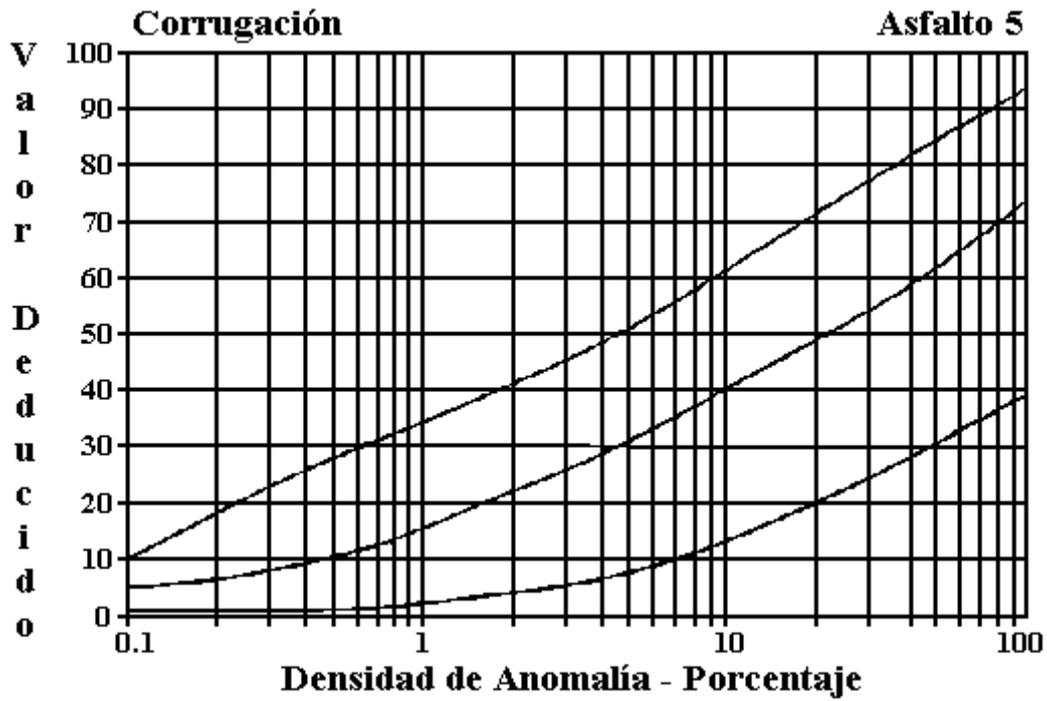
*Valor deducido-Agrietamiento en bloque.*



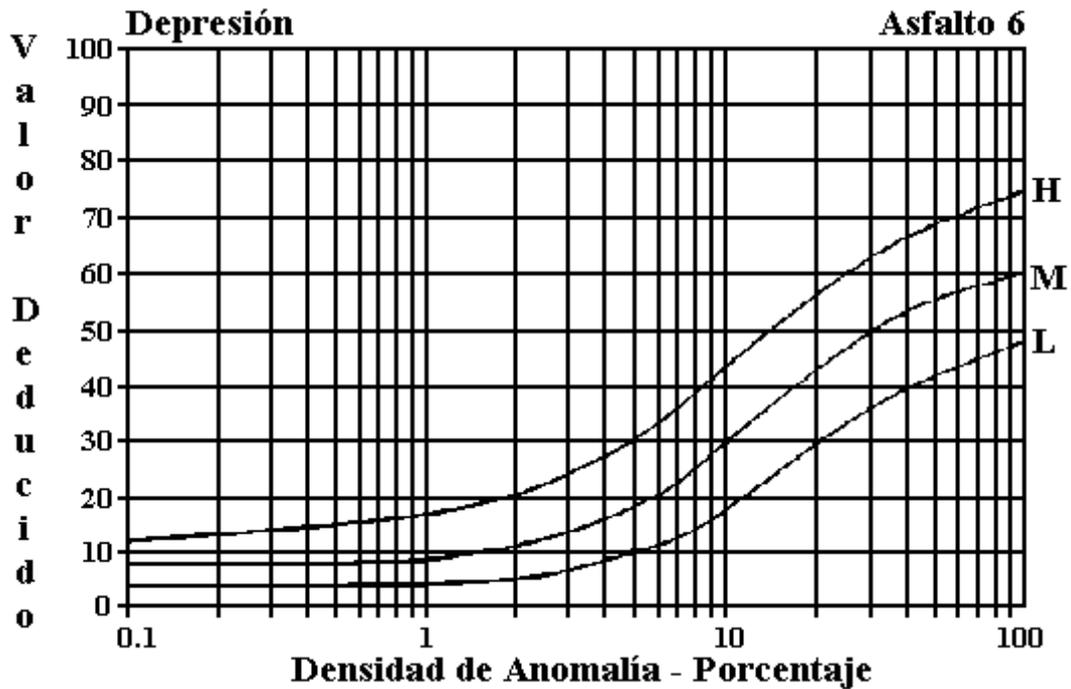
*Valor deducido- Abultamiento y hundimiento.*



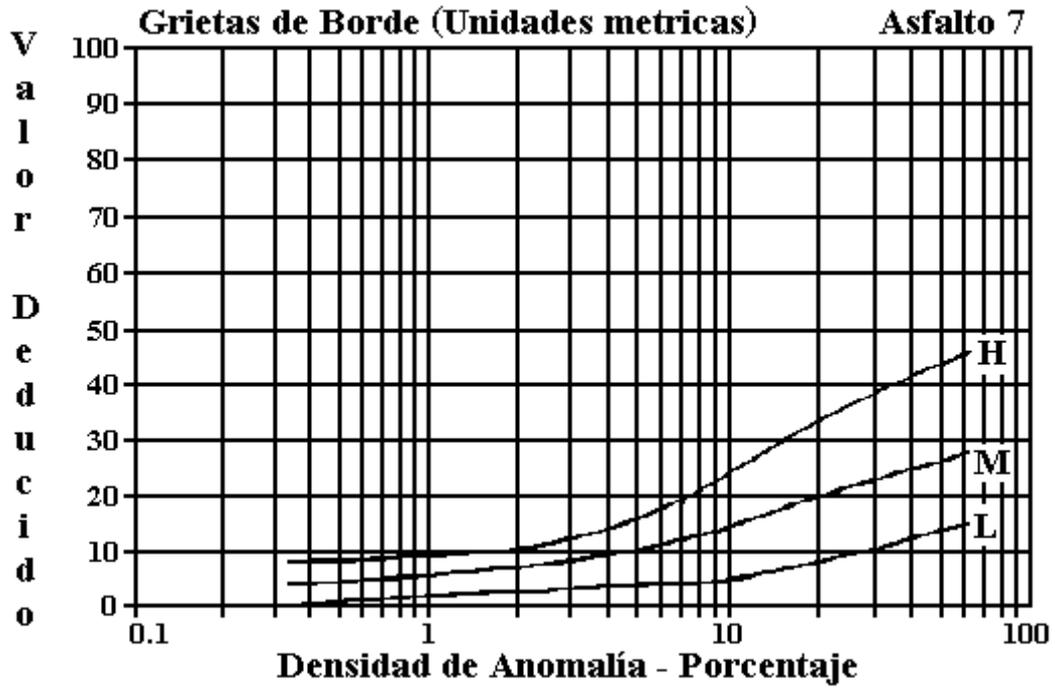
Valor deducido- Corrugación.



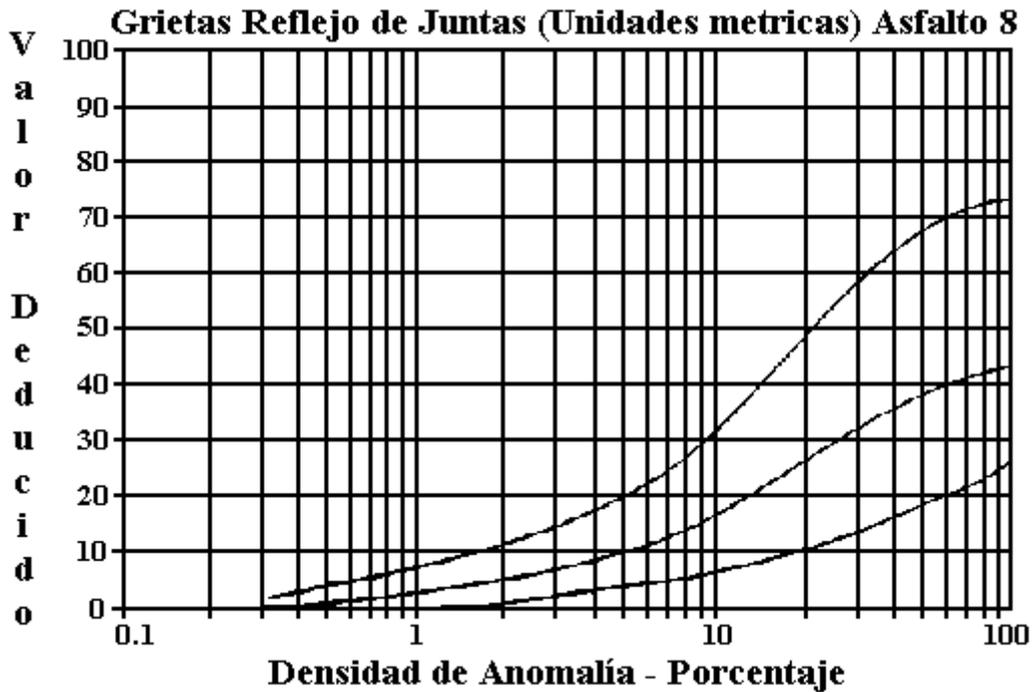
Valor deducido- Depresión.



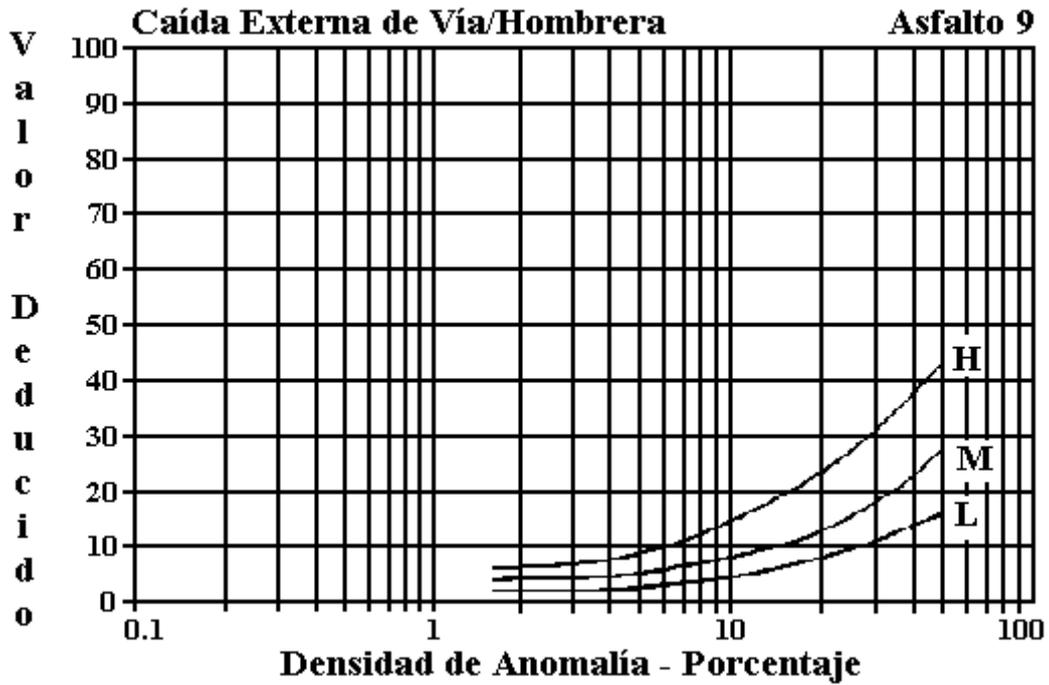
Valor deducido- Grieta de borde.



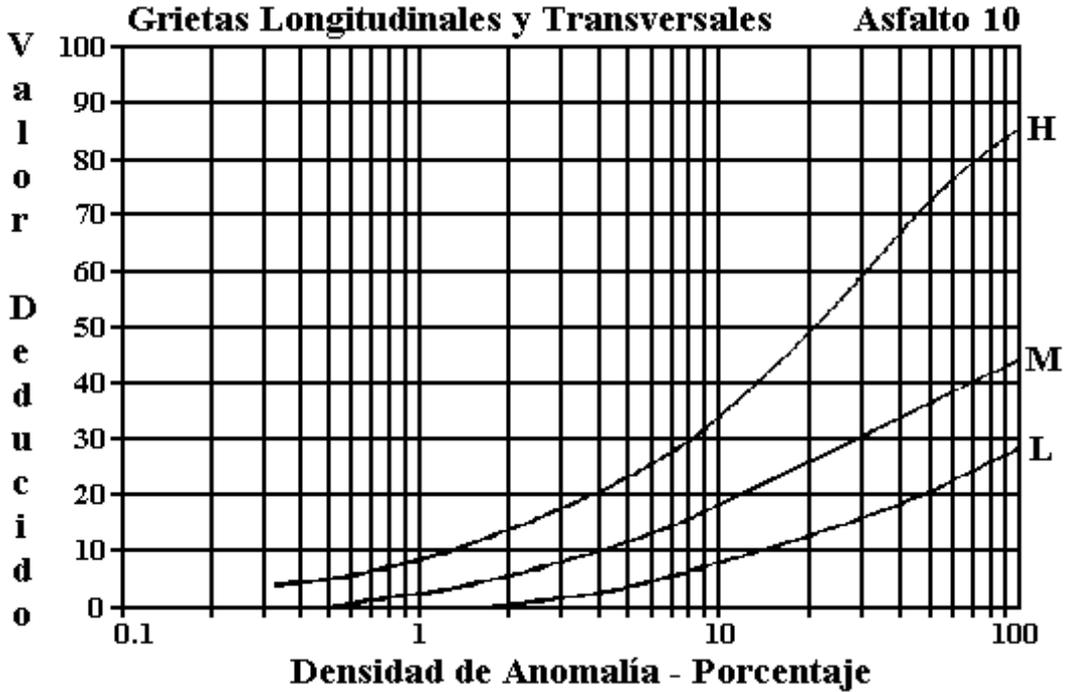
Valor deducido- Grietas reflejo de juntas.



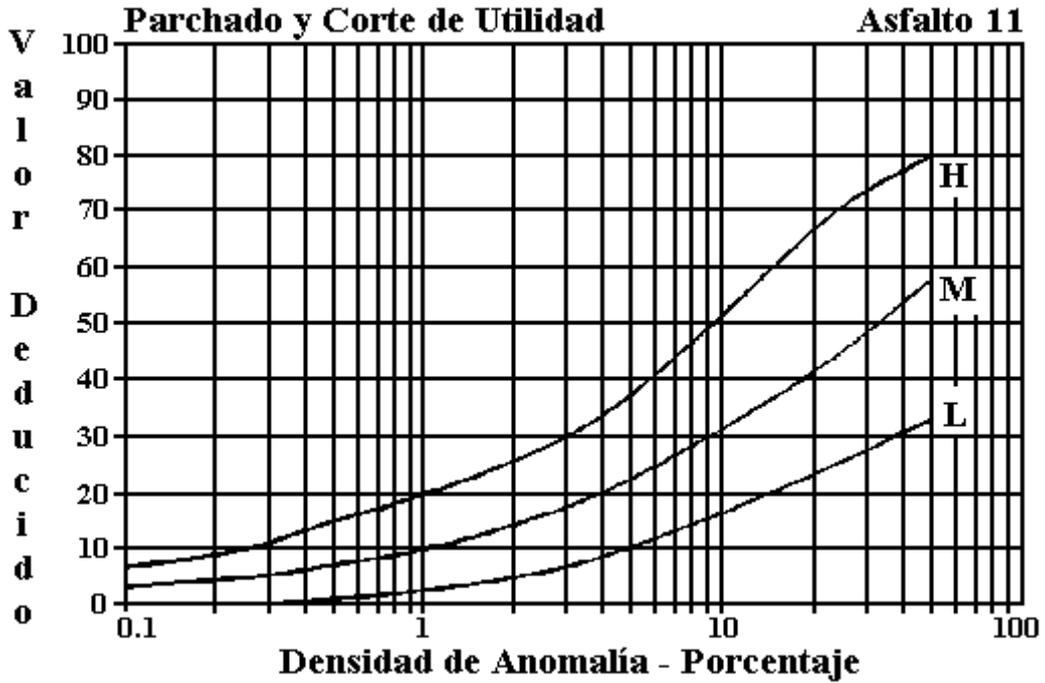
Valor deducido- Desnivel de carril/berma.



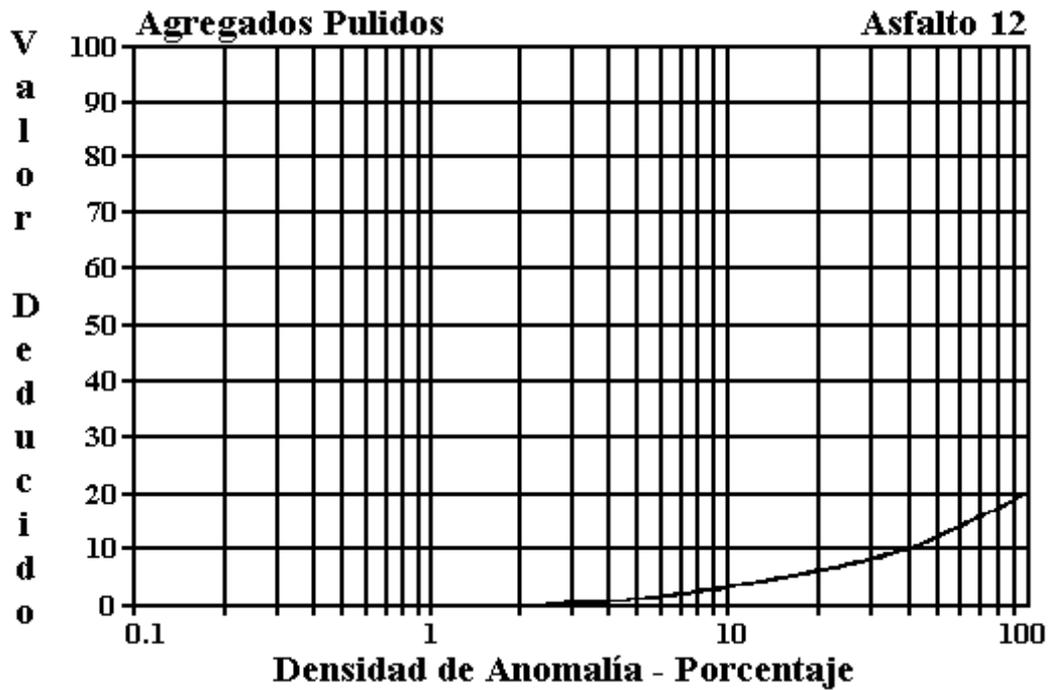
Valor deducido- Grietas longitudinales y transversales.



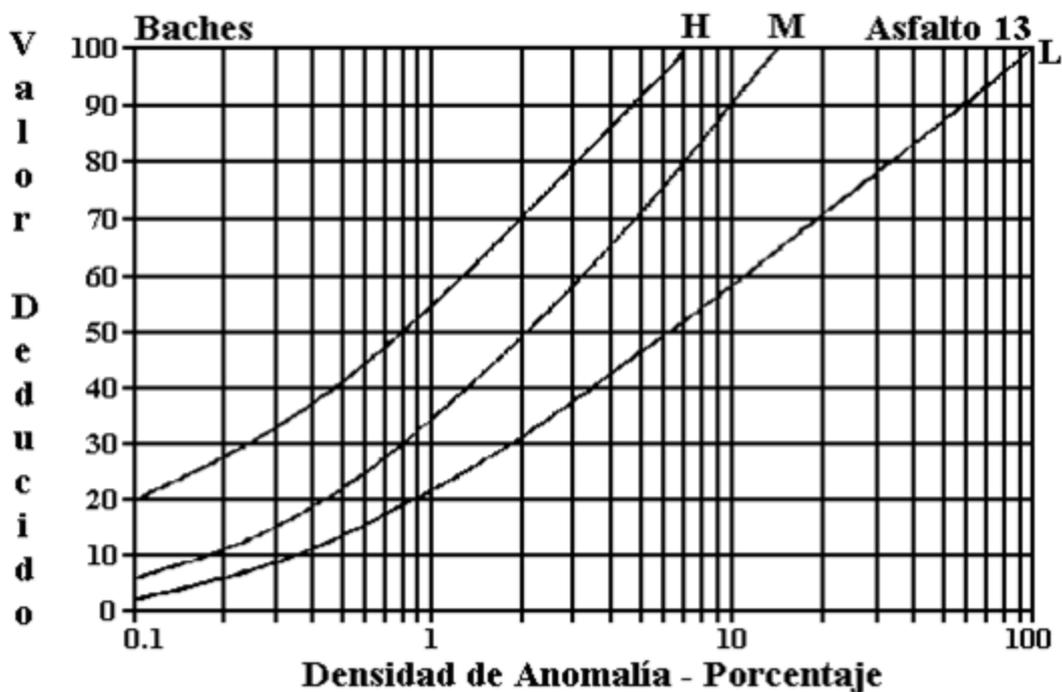
*Valor deducido- Parcheo.*



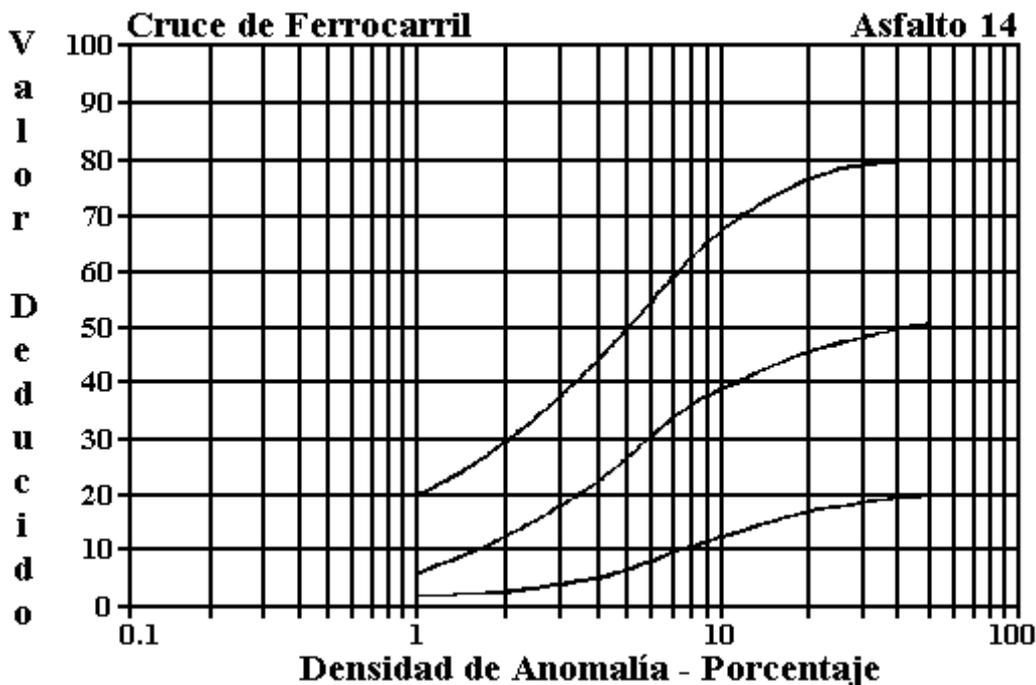
*Valor deducido- Pulimento de agregados.*



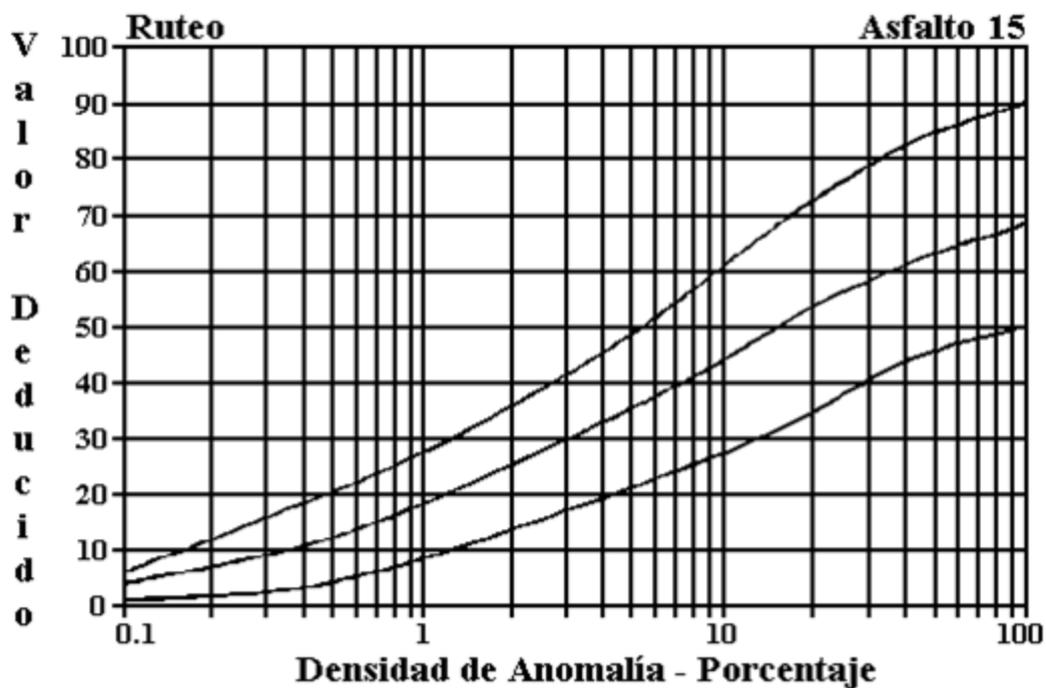
Valor deducido- Huecos.



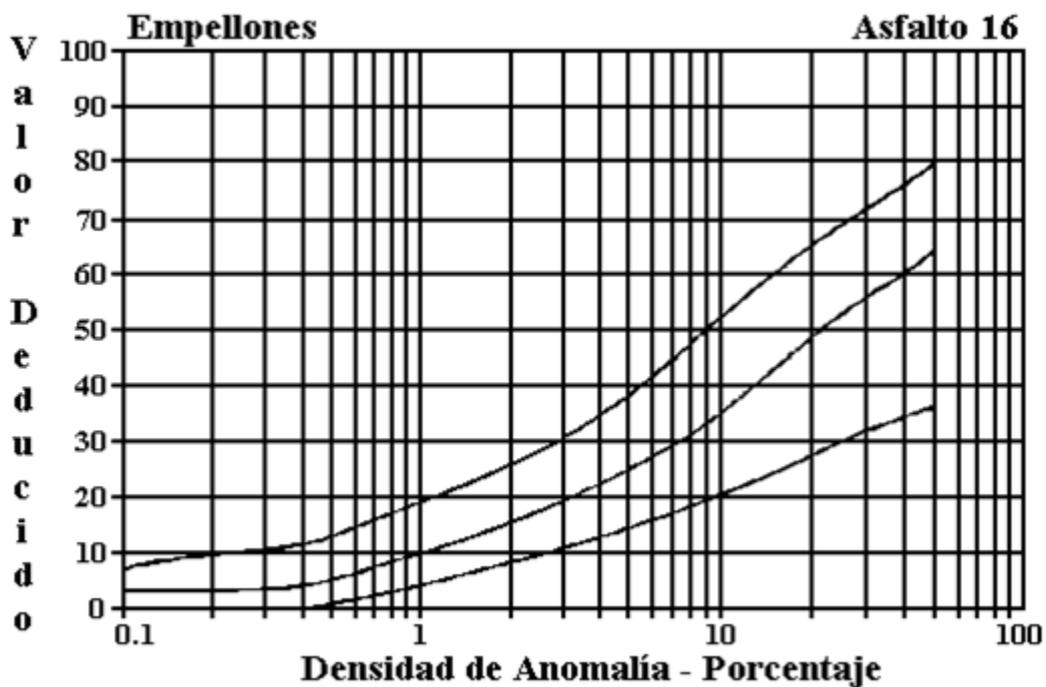
Valor deducido- Cruce de vía férrea.



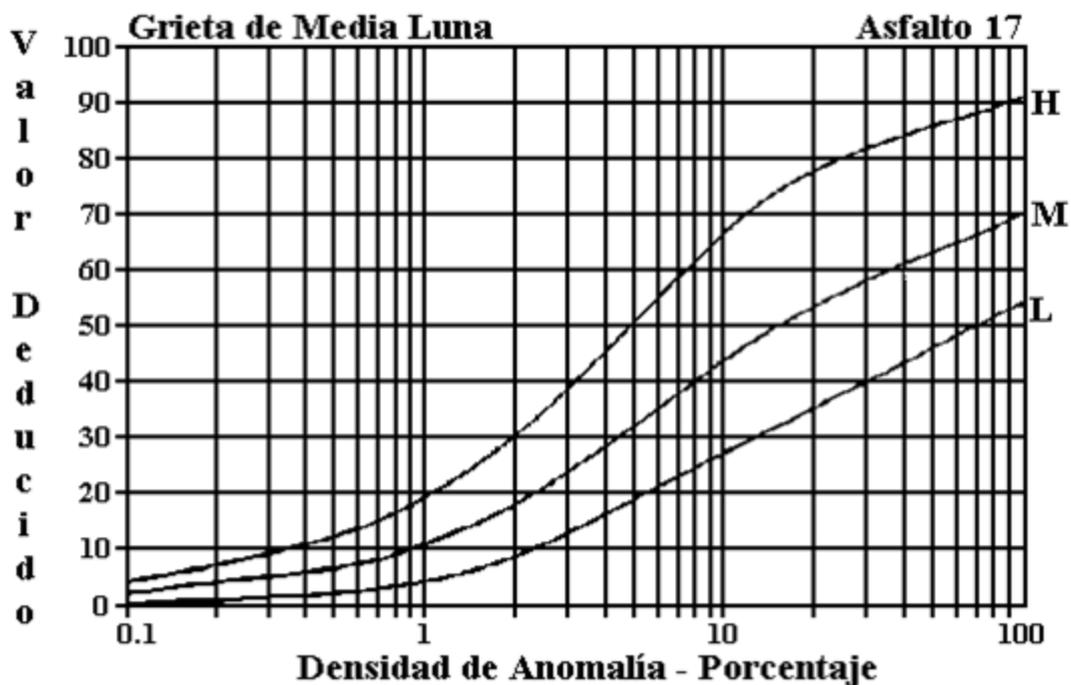
Valor deducido- Ahuellamiento.



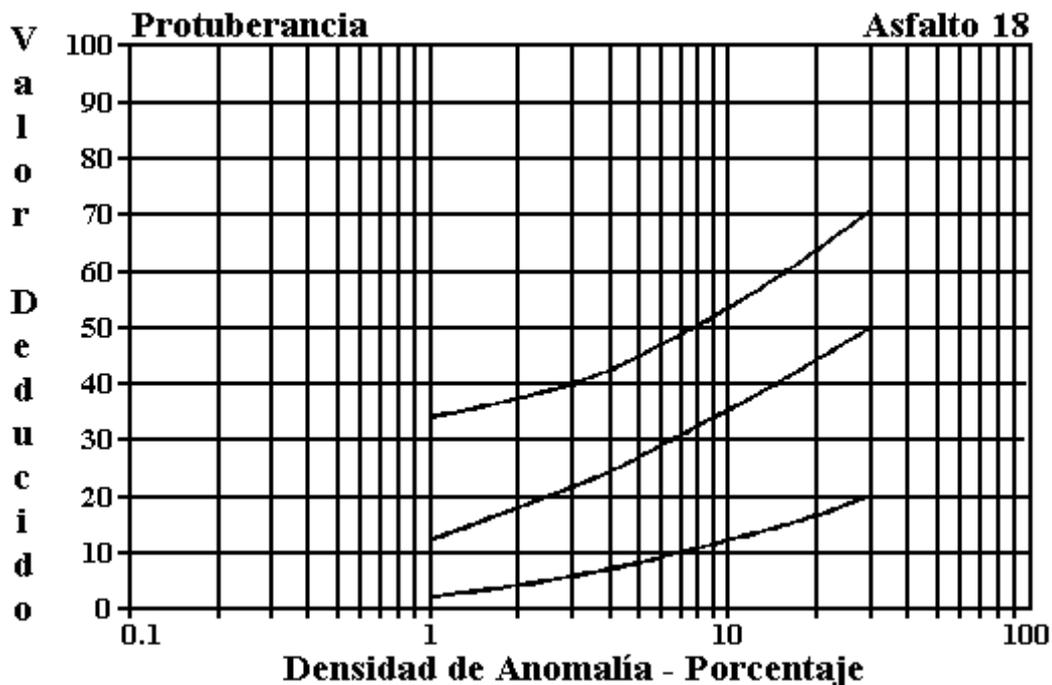
Valor deducido- Desplazamiento.



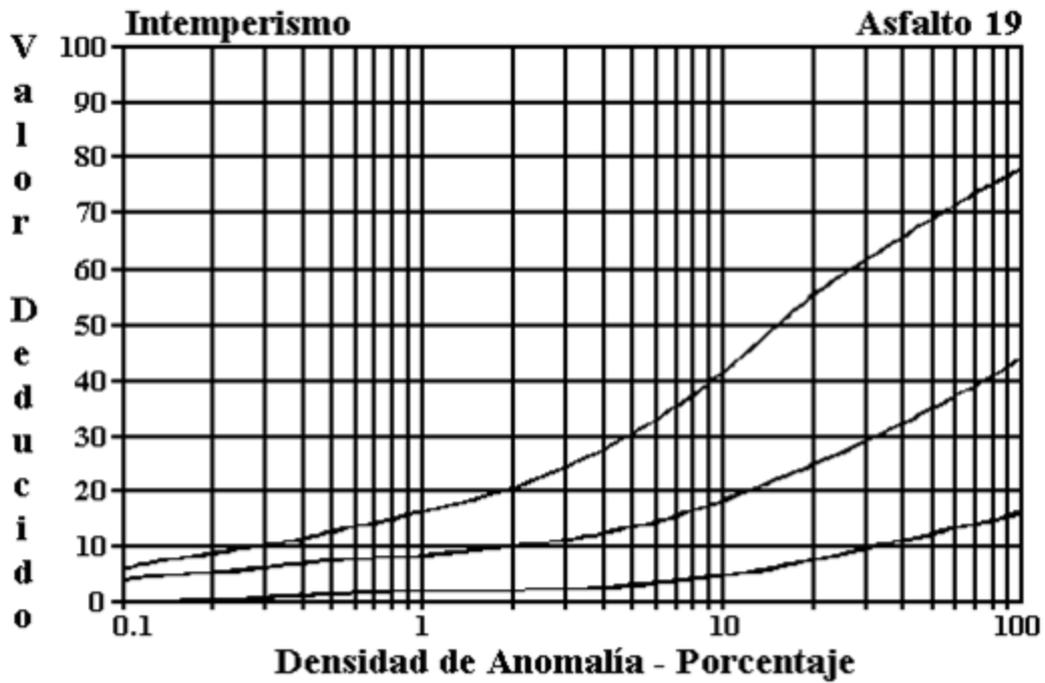
Valor deducido- Grieta parabólica.



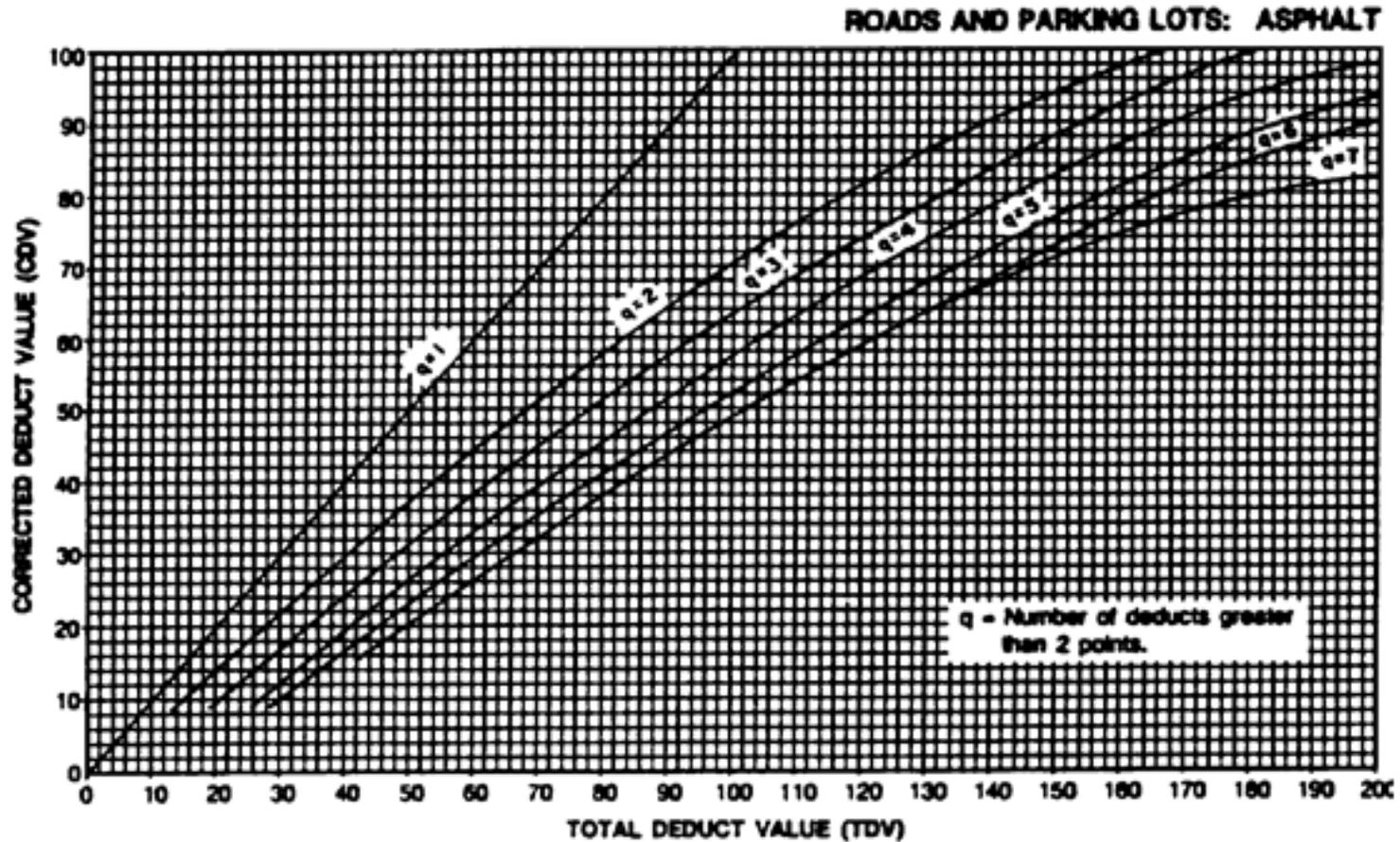
Valor deducido- Hinchamiento.



*Valor deducido- Desprendimiento de agregados.*



### ANEXO D. Valor deducido corregido



## **ANEXO E. Registro de fallas y estimación del PCI**

Es importante enfatizar que la inspección debe ser realizada por personal capacitado ya que la estimación del índice de condición de pavimento apela en muchos casos al criterio del evaluador. La inspección se realizó conforme a las definiciones de cada falla (Ver subíndice *2.3 Definiciones y términos básicos*) donde se especifica la forma de medición y valoración de severidad en cada tipo de daño, a su vez el método es reglamentado por la norma ASTM D6433 “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos”. Se presentará la siguiente información para cada unidad de muestreo inspeccionada:

Producto de la inspección in situ de las diez unidades de muestreo seleccionadas se obtuvo el registro de fallas inventariado en el *Formato 01. Exploración del Índice de condición de Pavimento*.

Posterior a ello se muestra las curvas de deducción empleadas (provistas en el *ANEXO C: Valores Deducidos*), según las fallas que presenta cada unidad. A modo de memoria de cálculo se muestra cada Curva de Valor Deducido, las cuales tienen las proyecciones de densidad y severidad, datos necesarios para la estimación del Valor Deducido.

En el *Formato 02. Valor Deducido Corregido y PCI de la U.M.*, se precisa las iteraciones basados en el número mínimo de deducciones “m”, y el valor final de PCI por unidad de muestreo. Todos los procesos están debidamente especificados en el subíndice *4.3.2 Técnicas y procedimientos para analizar datos*.

## Unidad de Muestreo 02

### Registro de fallas U.M-02.

#### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO



Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 y Avenida B Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 2  
Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+060 m / 0+130 m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES		m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	B: 3.30 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>			
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

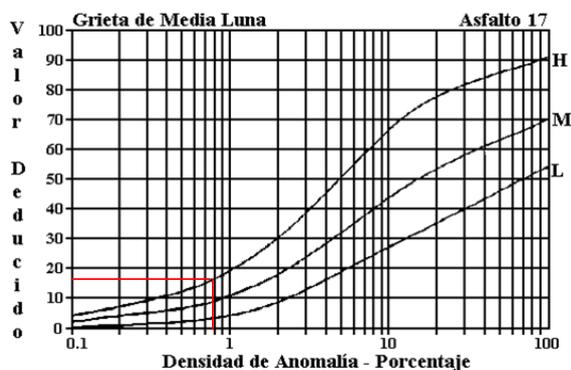
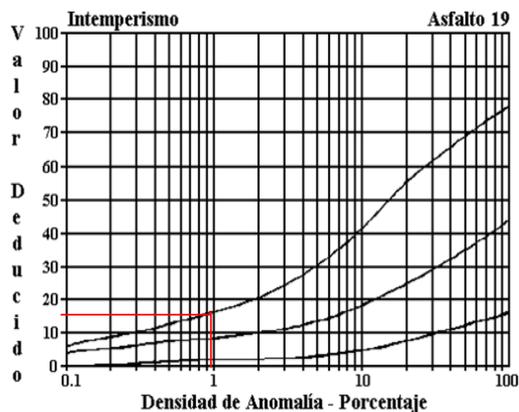
H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o
(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")				L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

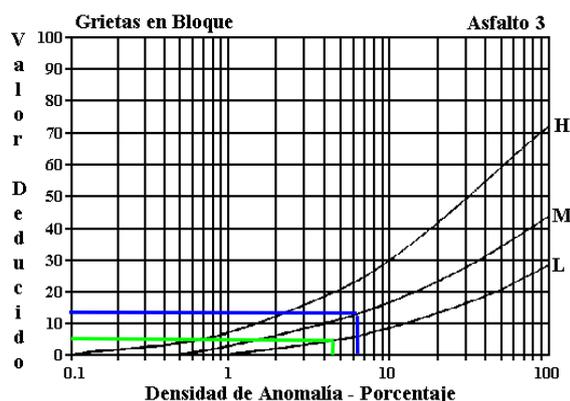
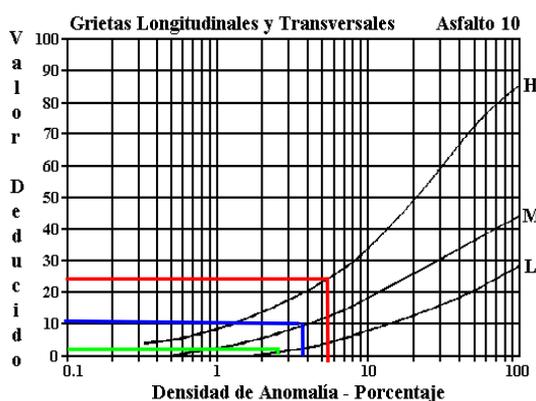
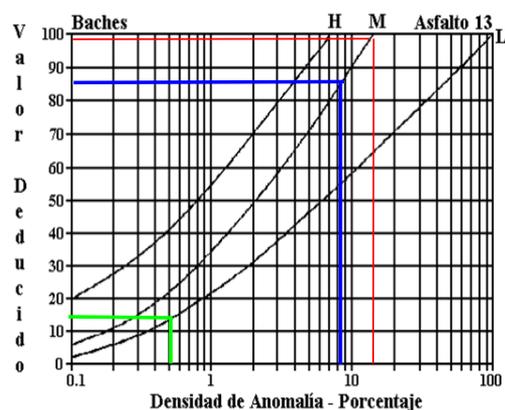
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
19	H	2.88	0.00	0.00	0.00	2.88	0.94	17.00
17	H	2.45	0.00	0.00	0.00	2.45	0.80	19.00
13	L	0.28	0.07	0.32	0.00	1.43	0.46	14.00
13	M	8.12	1.44	1.40	1.70	26.94	8.75	85.00
13	H	1.60	1.77	11.78	4.18	41.13	13.35	100.00
10	H	2.60	4.60	4.90	3.60	15.70	5.10	25.00
10	M	2.90	3.90	4.60		11.40	3.70	10.00
10	L	1.00	1.10	3.80	1.50	7.40	2.40	2.00
3	M	19.50	0.00	0.00	0.00	19.50	6.33	14.00
3	L	5.28	9.00	0.00	0.00	14.28	4.64	5.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:	Σ VD	291.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:	VDC	

Conforme a la metodología se empleó las curvas provistas en el ANEXO C: Valores deducidos, para cada falla. Proyectando la densidad porcentual sobre la curva respectiva de severidad; se obtiene el Valor Deducido que se aprecia en el registro de cada unidad.



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-02.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-02*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**



Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera:	av. Las Lomas- intersección Avenida 2 y Avenida B	Distrito:	Carabayllo	Fecha:	09/10/2016
Tramo:	1	Sección:	1	Unidad de muestreo:	2
Area de la muestra:	308 (m <sup>2</sup> )	Progresiva:	0+060 m / 0+130 m		

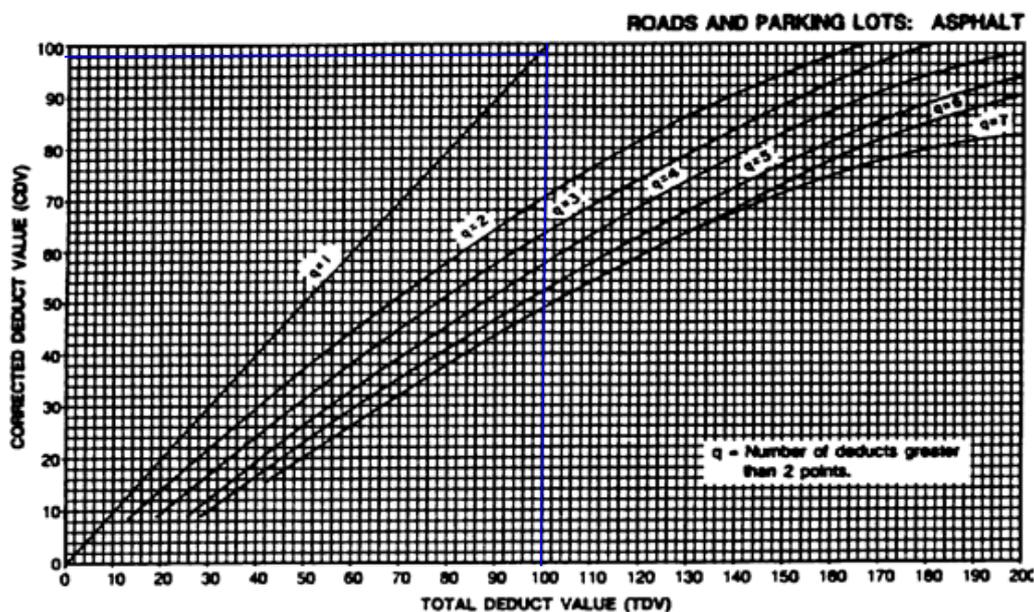
**Número máximo aceptable de deducción**

OBSERVACIONES	Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles	
<p>i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor Total de Deducción" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).</p> <p>Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Deducción Corregido".</p>	$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$ <p>mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.</p> <p>HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.</p> <p>mi : 1.00</p> <p>1.00</p> <p>0.00</p>	<p>i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, solo se considerará valores mayores a 2.0.</p> <p>ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.</p> <p>iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".</p> <p>iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.</p> <p>v. EL <b>CDV máximo es el mayor de los CDV</b> obtenidos en las iteraciones.</p>

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0(Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100.00	100.00								
85.00									
25.00									
19.00									
17.00									
14.00									
14.00									
Reducción 10.00									
5.00									
2.00									

Total	291.00	100.00
q		1
CDV		98
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:		VDC 98.00
PCI U-02		(100-VCD) 2.00



Leyenda	
q=1	

*VDC según número de deducciones. U.M-02.*

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado de severidad alto (19) Desprendimiento de agregados, (17) Grieta parabólica, (13) Huecos, (10) Grietas longitudinales y transversales y en severidad media (03) Agrietamiento en bloque.

Las fallas más influyentes en la condición del pavimento son: (13) Huecos, que afecta a la condición de estructura de la vía y se presenta en esta unidad en varios grados de severidad, con una densidad que afecta el 22.56% del área de la unidad de muestreo.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 2; correspondiente a un pavimento en estado "Colapsado".

Como se muestra en la *Tabla. 48*; se obtuvieron 10 valores deducidos: 100, 85, 25, 19, 17, 14, 14, 10, 5 y 5, siendo a su vez en número máximo de deducciones 1,00. Como resultado se obtiene un Valor Total de deducción corregido de 98.

## Unidad de Muestreo 04

### Registro de fallas U.M-04.

#### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO



Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas-intersección Avenida 2 Distrito: Carabaylo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 4

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+200 m / 0+270 m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES		m <sup>2</sup>		m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>			
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m			o	o	o

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

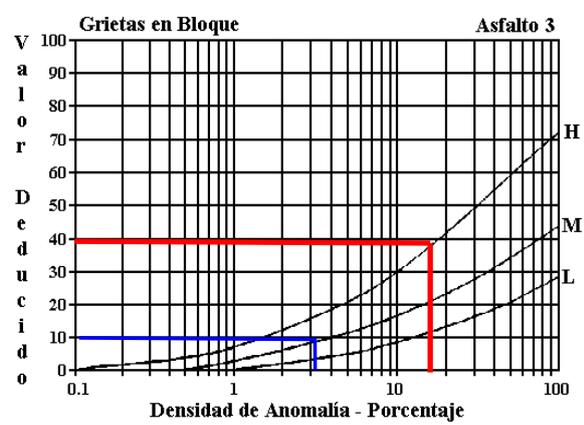
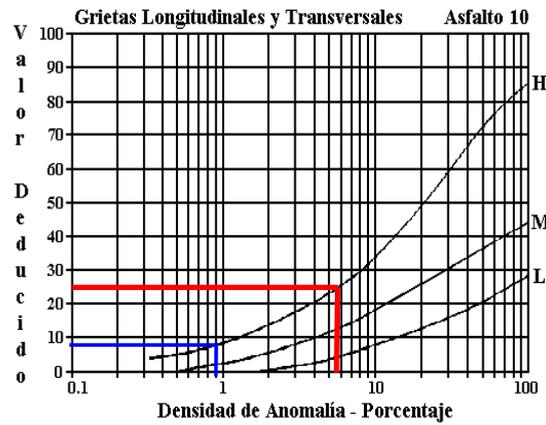
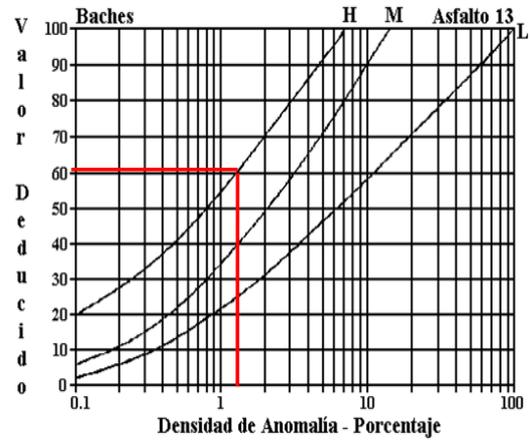
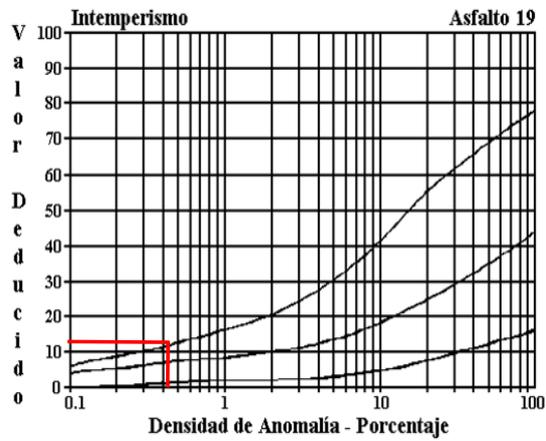
(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

L=70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
19	H	1.33	0.00	0.00	0.00	1.33	0.43	12.00
13	H	1.64	0.00	0.00	0.00	3.49	1.13	61.00
10	H	4.10	4.40	3.20	2.90	14.60	4.74	25.00
10	M	1.05	1.40	0.00	0.00	2.45	0.80	8.00
3	H	49.72	0.00	0.00	0.00	49.72	16.14	40.00
3	M	9.52	0.00	0.00	0.00	9.52	3.09	10.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:	Σ VD	156.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:	VDC	



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	

*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-04.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-04.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas-intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016  
Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 4  
Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+200 m / 0+270 m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor Total de Deducción" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

$m_i$  : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDV<sub>i</sub> : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

$m_i$  : 4.58

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Deducción Corregido".

4.00

0.58

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

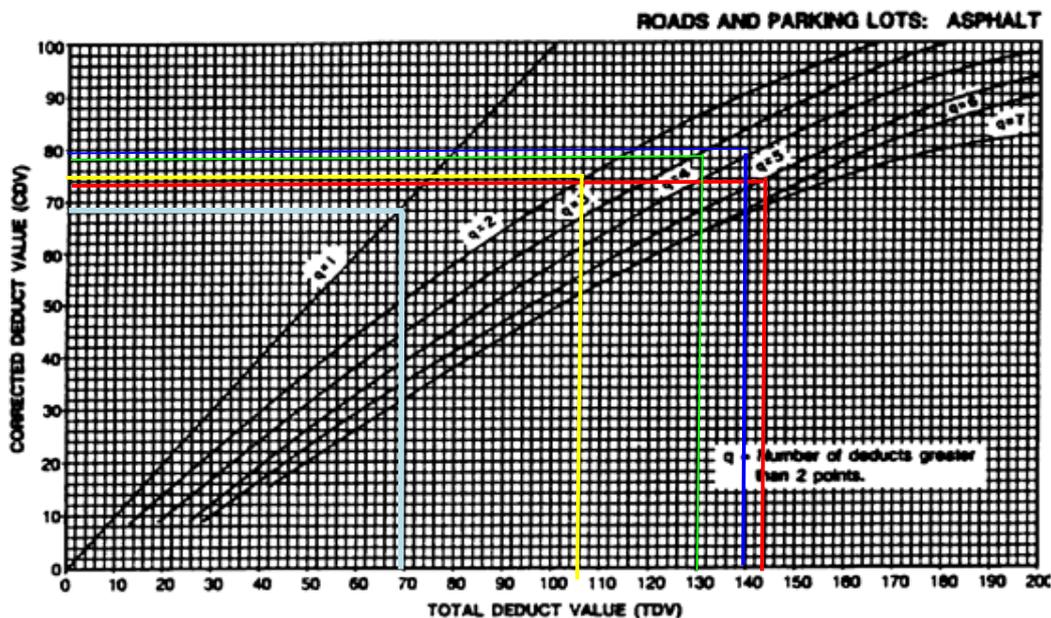
iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD	ITERACIÓN									
	0 (Descendente)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00				
40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	2.00				
25.00	25.00	25.00	25.00	2.00	2.00	2.00				
12.00	12.00	12.00	2.00	2.00	2.00	2.00				
10.00	5.82	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00				
Reducción	8.00									
<b>Total</b>	156.00	143.82	140.00	130.00	107.00	69.00				
<b>q</b>		5	4	3	2	1				
<b>CDV</b>		74.00	81.00	78.00	75.00	68.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>							<b>VDC</b>		<b>81.00</b>	
<b>PCI U- 04</b>							<b>(100-VCD)</b>		<b>19</b>	



Leyenda	
q=5	
q=4	
q=3	
q=2	
q=1	

VDC según número de deducciones. U.M-04.

### Resumen de resultados:

Las fallas más influyentes en la condición del pavimento son: (13) Huecos, que mediante el valor deducido disminuye la condición de la vía. (03) Agrietamiento en bloque, generado en áreas sin exposición a cargas, con una densidad que afecta el 19.23% del área de la U.M.

Las fallas que menos afectan a la condición son: (19) Desprendimiento de agregados. (10) Grietas longitudinales y transversales, con una densidad de 5.54%, dichos daños se presentan en grado de severidad alto y medio.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 19; correspondiente a un pavimento en estado "Muy Pobre".

Como se muestra en la *Tabla. 50*, se obtuvieron 06 valores deducidos: 61, 40, 25, 12, 10 y 8, siendo a su vez en número máximo de deducciones 4,58.

## Unidad de Muestreo 06

Registro de fallas U.M-06.

### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 6

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+340 m /0+410m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m			o	o	o

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

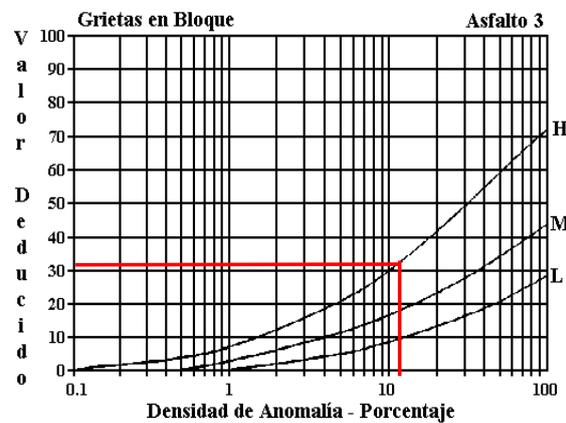
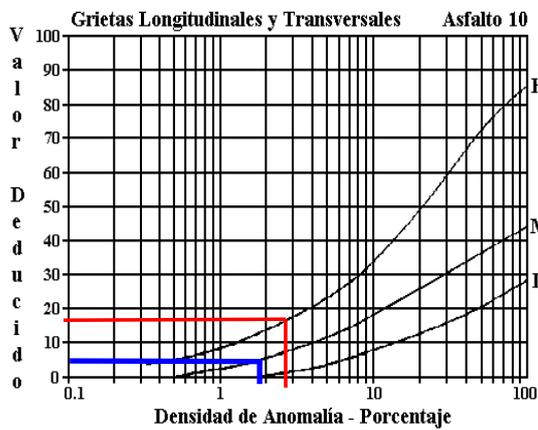
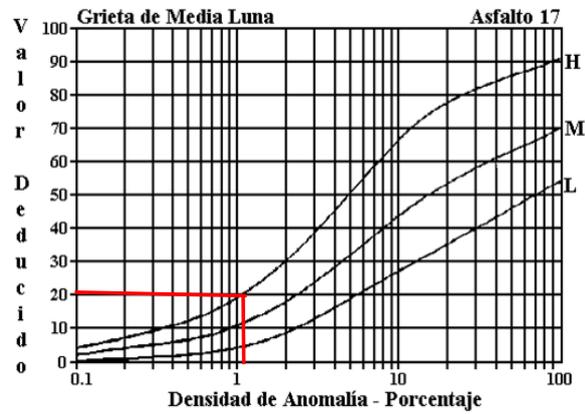
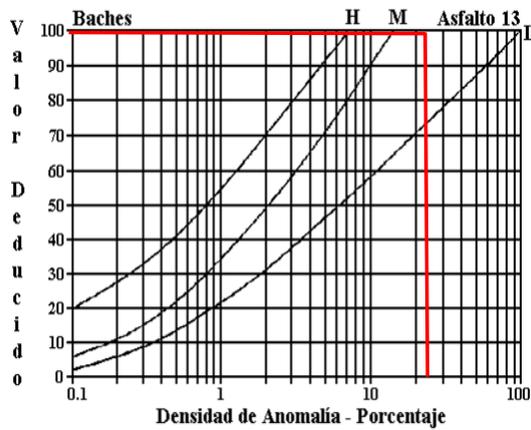
(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
13	H	6.02	1.32	8.82	2.47	39.64	12.87	
13	H	2.64	4.32	4.68	0.90	26.68	8.66	
13	H	1.89	0.00	0.00	0.00	4.02	1.31	
							22.84	100.00
17	H	3.10	0.00	0.00	0.00	3.10	1.01	20.00
10	H	5.40	2.90	0.00	0.00	8.30	2.69	18.00
10	M	5.70	0.00	0.00	0.00	5.70	1.85	4.00
3	H	11.00	7.20	3.96	9.45	31.61	10.26	31.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:	Σ VD	173.00
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:	VDC	



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	

*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-06.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-06.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 6

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+340 m /0+410m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 1.00

1.00

0.00

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

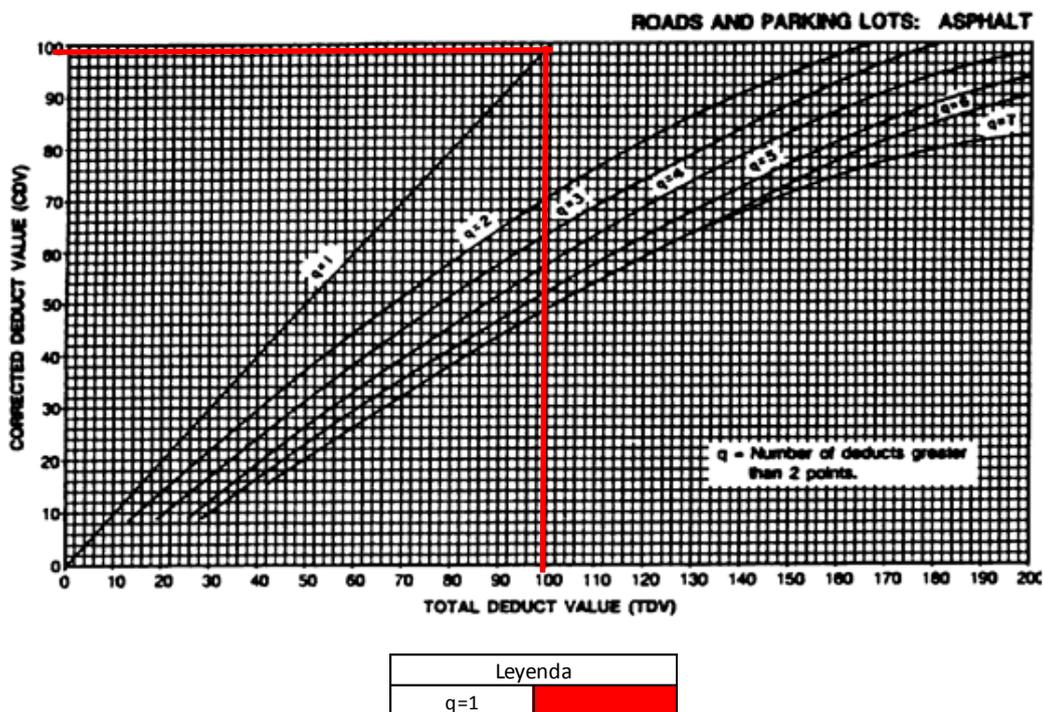
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100.00	100.00								
31.00									
20.00									
18.00									
4.00									

Reducción

Total	173.00	100.00	
q		1	
CDV		98.00	
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>			<b>VDC 98.00</b>
PCI U-06			(100-VCD) 2



VDC según número de deducciones. U.M-06.

### Resumen de resultados:

Las fallas más influyentes en la condición del pavimento son: (13) Huecos, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía. (03) Agrietamiento en bloque, generado en áreas sin exposición a cargas, con una densidad que afecta el 10,26% del área de la unidad de muestreo.

La fallas que meno afecta a la condición es: (10) Grietas longitudinales y transversales, generado posiblemente por una junta de carril de pavimento pobremente construida y a su vez acompañando a grietas parabólicas (17). El grado medio de severidad representa una densidad de 1,85% del área de la unidad de muestreo y en su grado alto de severidad tiene efecto sobre el 2,69% de la unidad.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 02; correspondiente a un pavimento en estado "Colapsado".

## Unidad de Muestreo 08

Registro de fallas U.M-08.

### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO



Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabaylo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 8

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+480 m /0+550m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1 Y 16 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m		m <sup>2</sup>	o	o	o

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

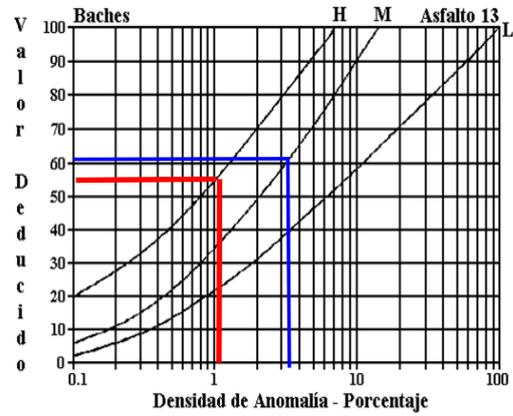
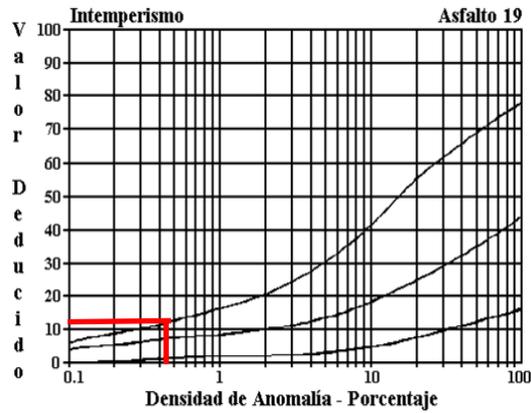
L=70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

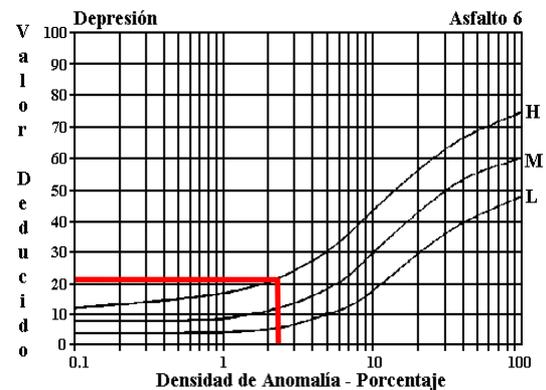
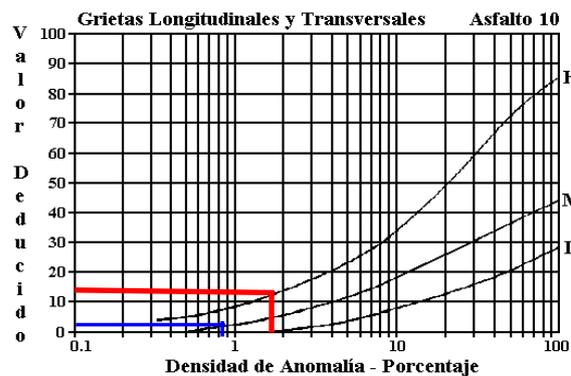
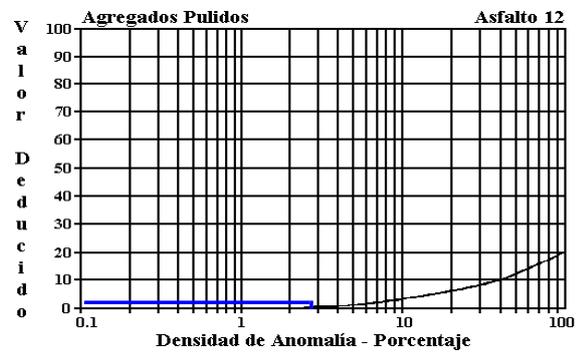
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
19	H	1.26	0.00	0.00	1.26	0.41	12.00
17	H	7.92	0.00	0.00	16.85	5.47	56.00
17	M	0.84	32.30	6.93	85.26	27.68	61.00
12	M	2.90	5.64	0.00	8.54	2.77	1.00
10	H	3.50	1.70	0.00	5.20	1.69	16.00
10	M	2.60	0.00	0.00	2.60	0.84	2.00
6	H	2.40	4.52	0.00	6.92	2.25	21.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN: Σ VD 169.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-08.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-08.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 8

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+480 m /0+550m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor Total de Deducción" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 4.58

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Deducción Corregido".

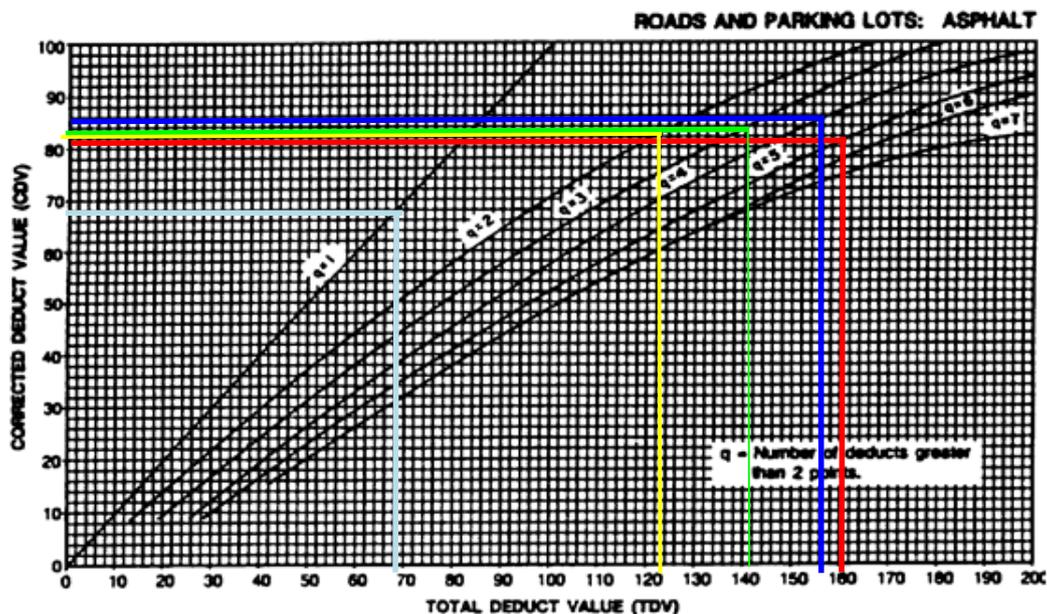
4.00

0.58

- i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.
- ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.
- iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".
- iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.
- v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
61.00	61.00	61.00	61.00	61.00	61.00				
56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	2.00				
21.00	21.00	21.00	21.00	2.00	2.00				
16.00	16.00	16.00	2.00	2.00	2.00				
12.00	6.98	2.00	2.00	2.00	2.00				
2.00									
Reducción	1.00								
<b>Total</b>	169.00	160.98	156.00	142.00	123.00	69.00			
<b>q</b>	5	4	3	2	1				
<b>CDV</b>	82.00	86.00	84.00	83.00	68.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>							<b>VDC</b>	<b>86.00</b>	
<b>PCI U-08</b>							<b>(100-VCD)</b>	<b>14</b>	



Leyenda	
q=5	
q=4	
q=3	
q= 2	
q=1	

VDC según número de deducciones. U.M-08.

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado de severidad medio (17) Grietas parabólicas, generados por la deformación de la superficie. En severidad alta (19) Desprendimiento de agregados, (10) Grietas longitudinales y transversales, (06) Depresión y (12) Pulimento de agregados.

Las fallas más influyentes en la condición del pavimento son: (17) Grietas parabólicas, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 27,68% del área de la unidad.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 14; correspondiente a un pavimento en estado "Muy Pobre".

## Unidad de Muestreo 10

### Registro de Fallas U.M-10.

#### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 09/10/2016

Tramo: 1 Sección: 1 Unidad de muestreo: 10

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+620 m /0+690m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

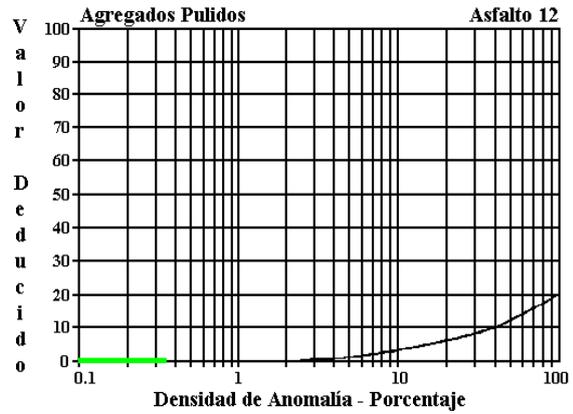
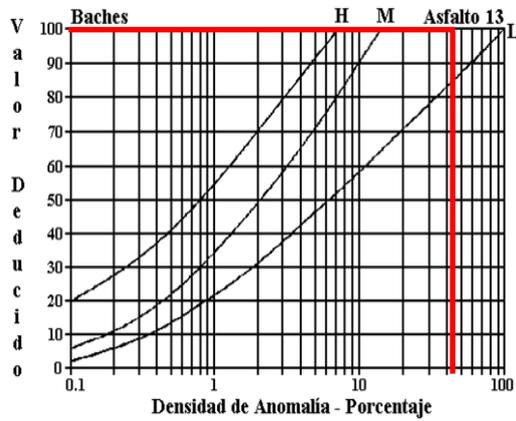
L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

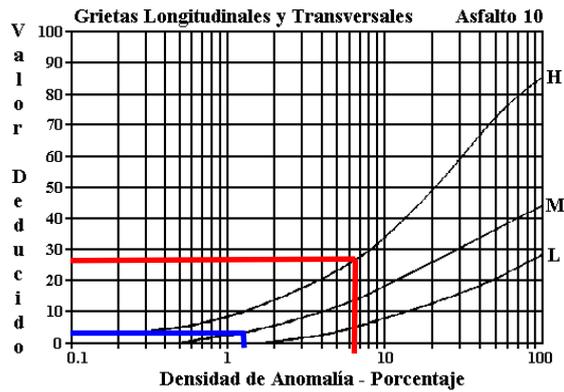
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
13	H	62.70	0.00	0.00	0.00	133.40	43.31	100.00
12		0.38	0.00	0.00	0.00	0.38	0.12	0.00
10	H	3.30	10.70	3.90	3.00	20.90	6.79	29.00
10	M	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.30	4.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:  $\Sigma$  VD 133.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-10.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-10.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera:	av. Las Lomas- intersección Avenida 2	Distrito:	Carabayllo	Fecha:	09/10/2016
Tramo:	1	Sección:	1	Unidad de muestreo:	10
Area de la muestra:	308	(m <sup>2</sup> )	Progresiva:	0+620 m /0+690m	

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 1.00

1.00

0.00

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

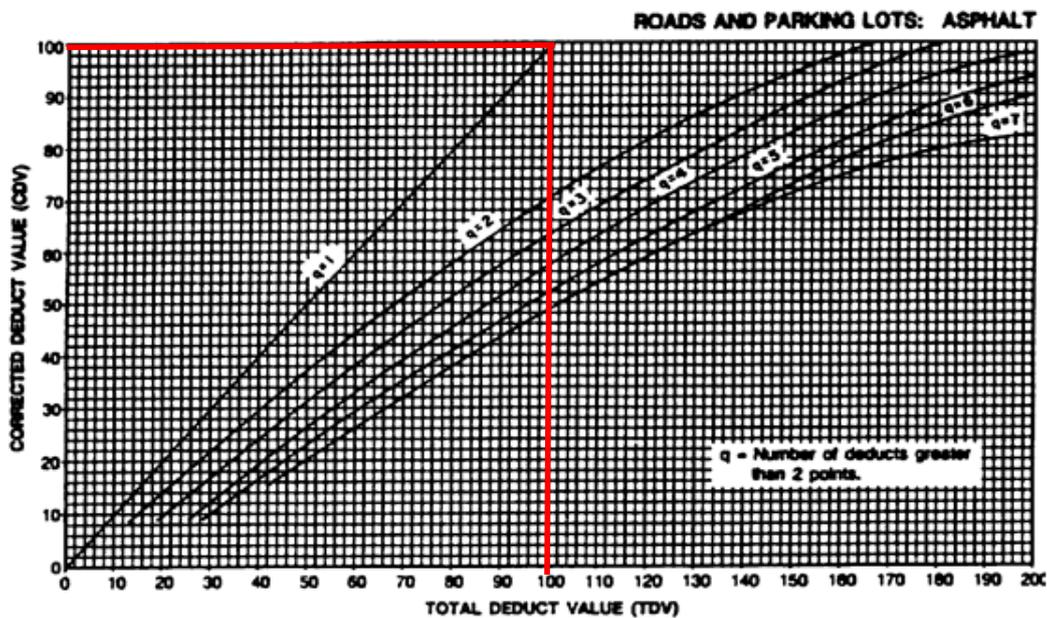
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100.00	100.00								
29.00									
4.00									

Reducción

Total	133.00	100.00
q	1	
CDV	98.00	
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>	<b>VDC</b>	<b>98.00</b>
PCI U-10	(100-VCD)	2



VDC según número de deducciones. U.M-10.

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado de severidad alto (13) Huecos, generados por el desarrollo de fallas tipo Piel de cocodrilo (01). En severidad media (10) Grietas longitudinales y transversales. Finalmente, se presenta también el (12) Pulimento de agregados, dicha falla no afecta significativamente a la condición.

La falla más influyente en la condición del pavimento es: (13) Huecos, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 43.31% del área de la unidad.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 02; correspondiente a un pavimento en estado "Colapsado".

## Unidad de Muestreo 12

### Registros de fallas U.M-12.

#### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 10/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 12

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+760m /0+690m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

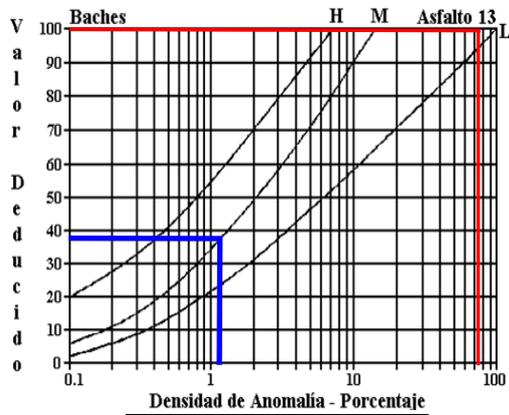
L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

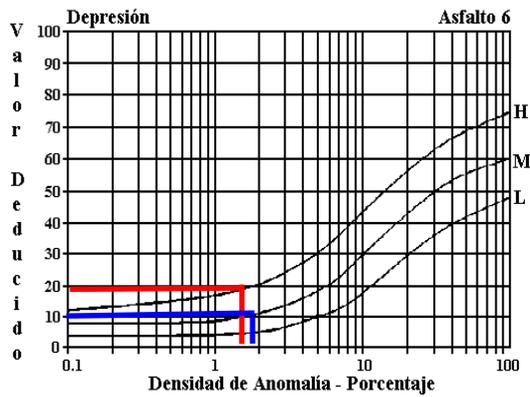
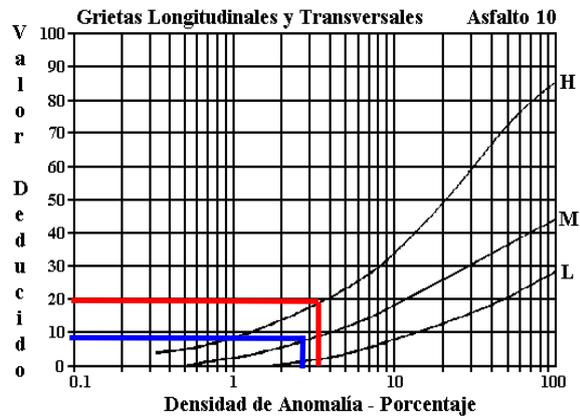
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
13	H	33.00	27.00	50.00	234.04	75.99	100.00
13	M	0.50	1.04	0.00	3.28	1.06	38.00
10	H	3.10	3.30	4.10	10.50	3.41	20.00
10	M	4.70	3.70	0.00	8.40	2.73	9.00
6	H	4.02	0.00	0.00	4.02	1.30	20.00
6	M	5.25	0.00	0.00	5.25	1.70	10.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:  $\Sigma$  VD 197.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-12.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-12.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 10/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 12

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+760m /0+690m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 1.00

1.00

0.00

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

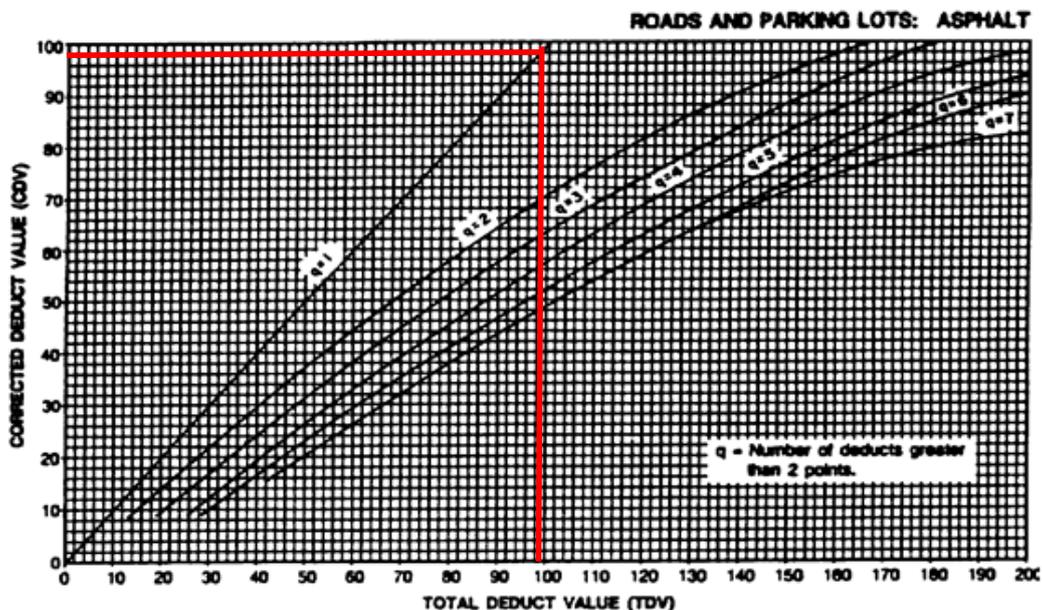
iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100.00	100.00								
38.00									
20.00									
20.00									
10.00									
9.00									
Reducción									

Total	197.00	100.00
q	1	
CDV	98.00	
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:		VDC 98.00
PCI U-12		(100-VCD) 2



Leyenda	
q=5	

VDC según número de deducciones. U.M-12.

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado predominante de severidad alto (13) Huecos, generados por el desarrollo de fallas tipo Piel de cocodrilo. También las fallas del tipo (10) Grietas longitudinales y transversales; y (06) afectan la vía en severidad media y alta.

La falla más influyente en la condición del pavimento es: (13) Huecos, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 75.99% del área de la unidad.

Las fallas que menos afecta a la condición son: (10) Grietas longitudinales y transversales, generado posiblemente por una junta de carril de pavimento pobremente construida, dicha falla representan 6,14% del área total de la unidad.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 02; correspondiente a un pavimento en estado "Colapsado".

## Unidad de Muestreo 14

### Registro de fallas U.M-14.

#### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 10/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 14

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+620m /0+550m

#### TIPOS DE DAÑOS

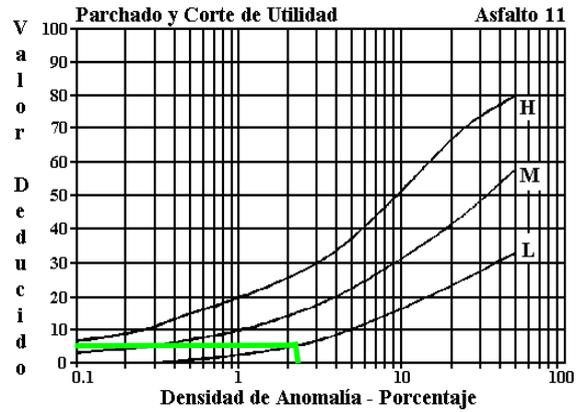
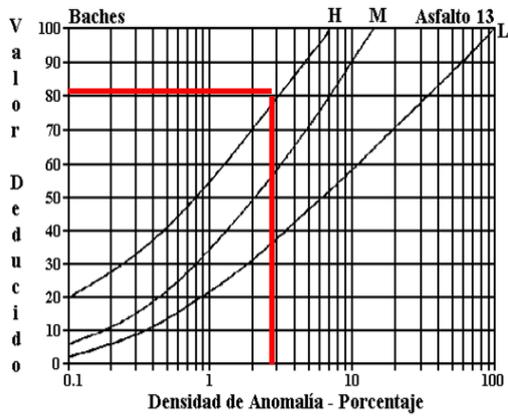
OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					
	<b>NIVELES DE SEVERIDAD</b>				o	o	o
	<b>H:</b>	<b>Severidad alta</b>			o	o	o
	<b>M:</b>	<b>Severidad media</b>			o	o	o
	<b>L:</b>	<b>Severidad baja</b>			o	o	o
	(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")				L= 70.0 m		

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

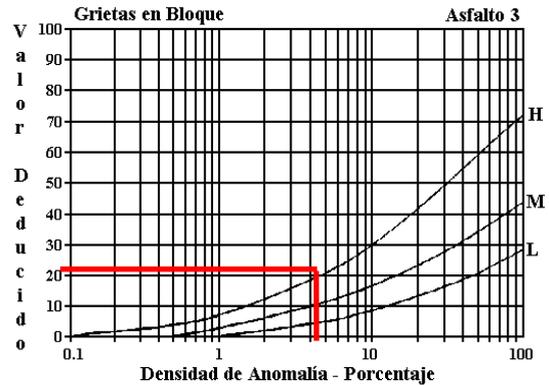
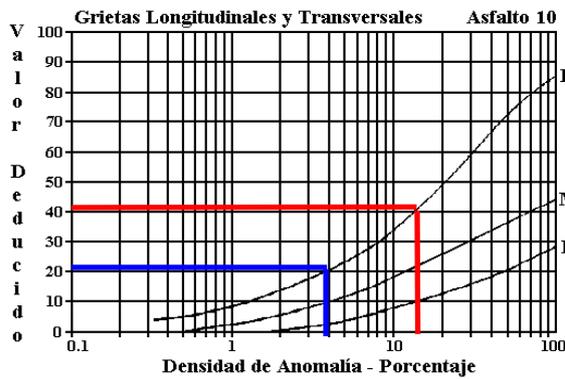
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
13	H	4.15	0.00	0.00	0.00	8.83	2.87	81.00
11	L	2.10	4.15	0.00	0.00	6.25	2.03	5.00
10	H	3.70	3.10	1.00	32.10	39.90	12.95	41.00
10	M	7.90	3.70	0.00	0.00	11.60	3.77	22.00
3	H	14.21	0.00	0.00	0.00	14.21	4.61	22.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:  $\Sigma$  VD 171.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-14.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-14.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera:	av. Las Lomas- intersección Avenida 2	Distrito:	Carabayllo	Fecha:	10/10/2016
Tramo:	1	Sección:	2	Unidad de muestreo:	14
Area de la muestra:	308	( m <sup>2</sup> )	Progresiva:	0+620m /0+550m	

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Deducción" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Deducción Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

$m_i$  : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDV<sub>i</sub> : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

$m_i$  : 2.74

2.00

0.74

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

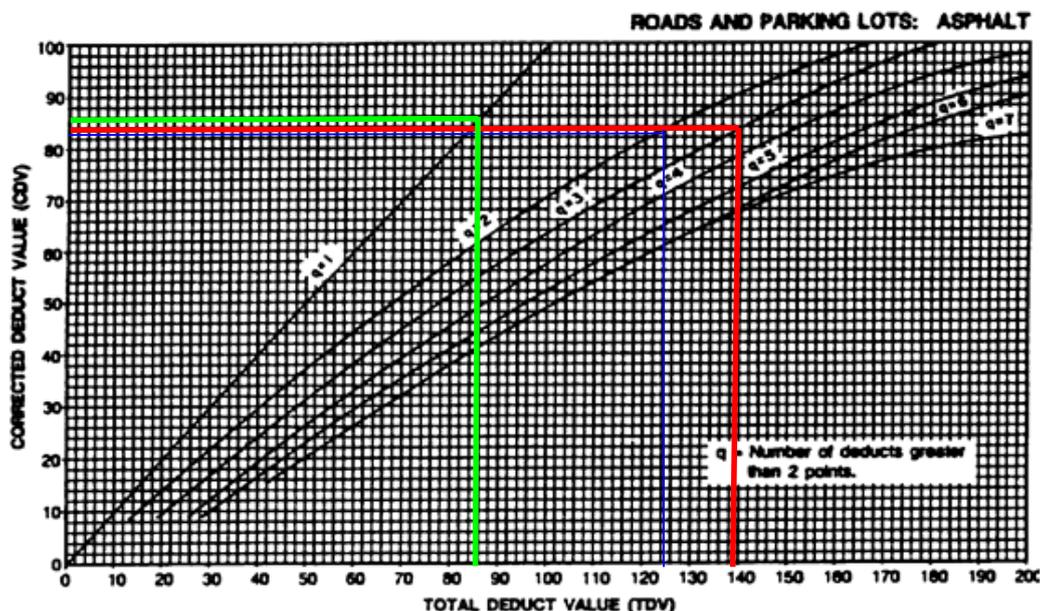
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
81.00	81.00	81.00	81.00						
41.00	41.00	41.00	2.00						
22.00	16.39	2.00	2.00						
22.00									
5.00									

Reducción

Total	171.00	138.39	124.00	85.00					
q		3	2	1					
CDV		84.00	83.00	86.00					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:						VDC		86.00	
PCI U-14						(100-VCD)		14	



Leyenda	
q=3	
q=2	
q=1	

VDC según número de deducciones. U.M-14.

### **Resumen de resultados:**

Las fallas encontradas son: en grado de severidad alto (13) Huecos, generados por el desarrollo de fallas tipo piel de cocodrilo. También las fallas del tipo (10) Grietas longitudinales y transversales; y (03) agrietamiento en bloque.

Las fallas más influyentes en la condición del pavimento son: (13) Huecos, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 2,87% del área de la unidad. Así mismo las (10) Grietas longitudinales y transversales en los niveles de severidad alto y medio logran afectar el 16,72% de la vía, sus valores de deducción afecta en un grado significativo a la condición.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 14; correspondiente a un pavimento en estado "Muy Pobre".

## Unidad de Muestreo 16

Registro de fallas U.M-16.

### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 16/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 16

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+480 m /0+410m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1 Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o

(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")

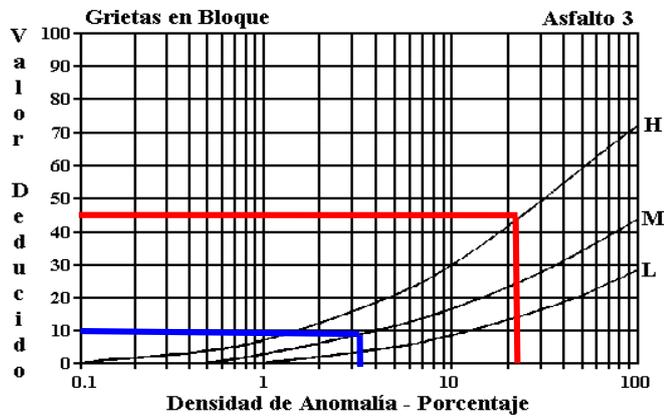
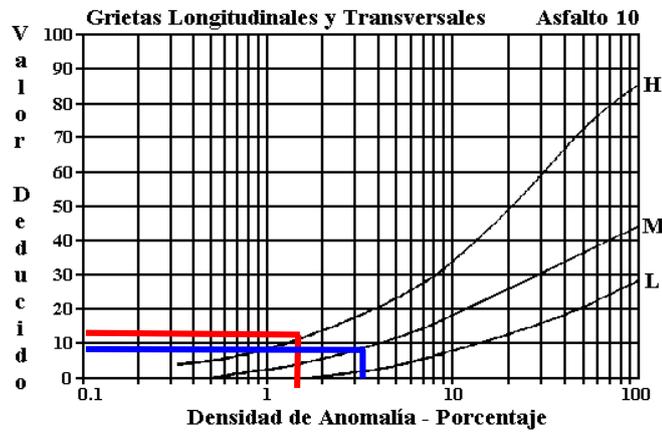
L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
10	H	4.60	0.00	0.00	4.60	1.49	14.00
10	M	3.50	3.60	2.40	9.50	3.08	9.00
3	H	32.93	31.36	0.00	64.29	20.87	45.00
3	M	10.56	0.00	0.00	10.56	3.43	10.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:  $\Sigma$  VD 78.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	

*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-16.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-16.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera:	av. Las Lomas-intersección Avenida 2	Distrito:	Carabayllo	Fecha:	16/10/2016
Tramo:	1	Sección:	2	Unidad de muestreo:	16
Area de la muestra:	308	(m <sup>2</sup> )	Progresiva:	0+480 m /0+410m	

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 6.05

6.00

0.05

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

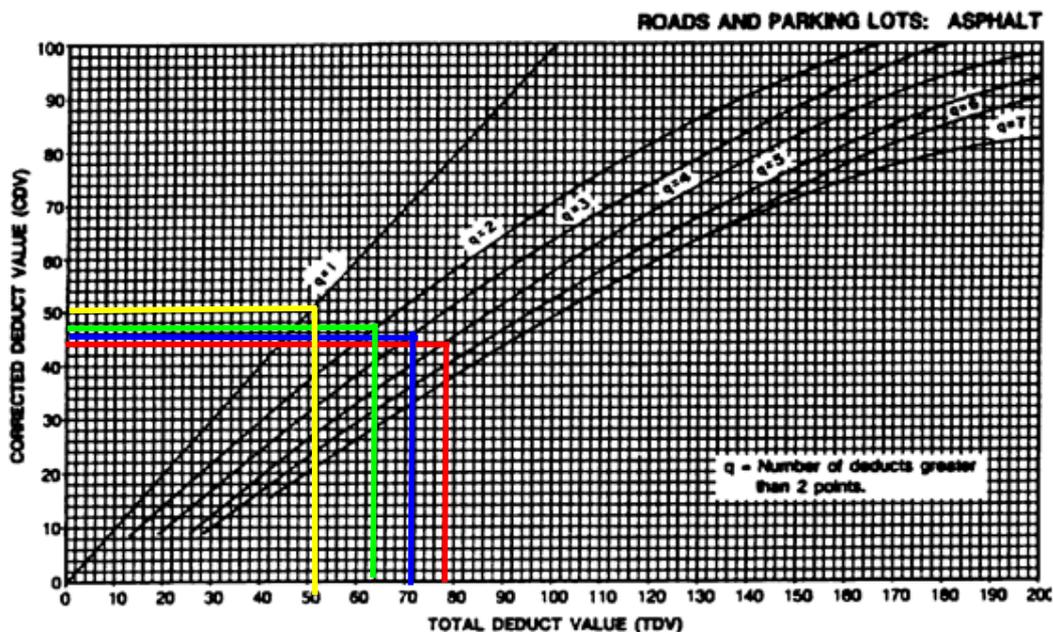
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45.00	45.00	45.00	45.00	45.00					
14.00	14.00	14.00	14.00	2.00					
10.00	10.00	10.00	2.00	2.00					
9.00	9.00	2.00	2.00	2.00					

Reducción

Total	78.00	78.00	71.00	63.00	51.00				
q		4	3	2	1				
CDV		44.00	46.00	47.00	50.00				
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>						<b>VDC</b>		<b>50.00</b>	
PCI U-16						(100-VCD)		50	



Leyenda	
q=4	
q=3	
q=2	
q=1	

VDC según número de deducciones. U.M-16.

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: (10) Grietas longitudinales y transversales, a su vez la falla del tipo (03) Agrietamiento en bloque en grado de severidad alto y medio. La falla más influyente en la condición del pavimento es: (03) Agrietamiento en bloque, manifestado como grietas de severidad alta en áreas no sujetas a tránsito, mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 20,87% del área de la unidad.

La falla que menos afecta a la condición es: (10) Grietas longitudinales y transversales en severidad media que representa el 3,08% de la unidad de muestreo y aporta el menor valor de deducción al procesamiento de la condición.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 50; correspondiente a un pavimento en estado "Regular".

## Unidad de Muestreo 18

Registro de fallas U.M-18.

### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 16/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 18

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+340 m /0+270m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

H:	Severidad alta	o	o	o
M:	Severidad media	o	o	o
L:	Severidad baja	o	o	o
(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")				

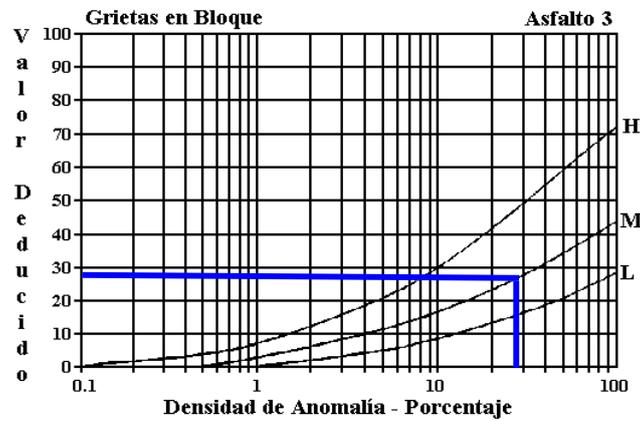
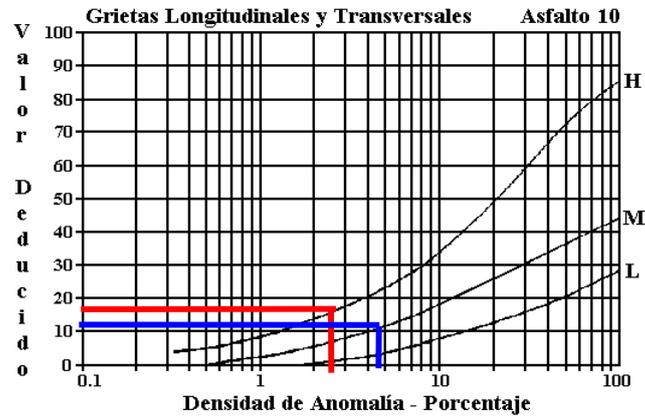
L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
10	H	3.60	4.10	0.00	7.70	2.50	18.00
10	M	9.80	4.10	0.00	13.90	4.51	11.00
3	M	27.01	35.35	28.22	90.58	29.41	28.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN: Σ VD 57.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	

*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-18.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-18.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas-intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 16/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 18

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+340 m /0+270m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 7.61

7.00

0.61

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

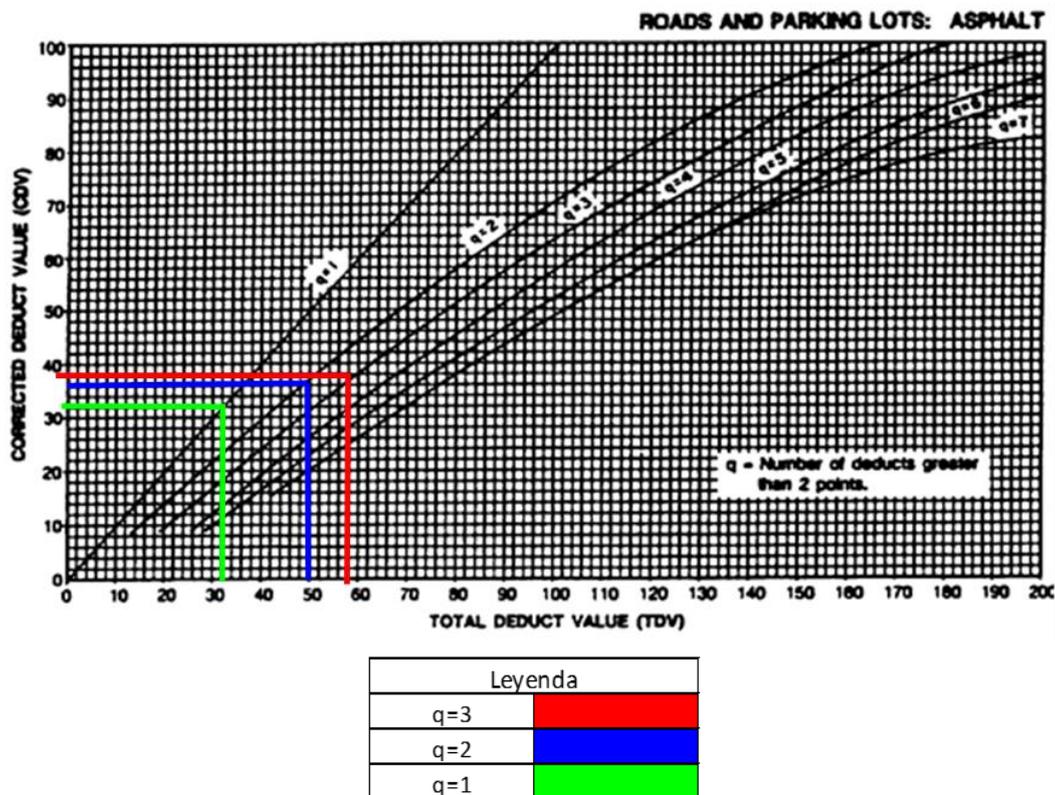
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
28.00	28.00	28.00	28.00						
18.00	18.00	18.00	2.00						
11.00	11.00	2.00	2.00						

Reducción

Total	57.00	57.00	48.00	32.00					
q		3	2	1					
CDV		38.00	37.00	32.00					
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:							VDC	38.00	
PCI U-18							(100-VCD)	62	



### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado de severidad alto y medio (10) Grietas longitudinales y transversales. Así mismo la falla del tipo (03) Agrietamiento en bloque se presenta en severidad media.

La falla más influyente en la condición del pavimento es: (03) Agrietamiento en bloque, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 29,41% del área de la unidad. Así mismo las (10) Grietas longitudinales y transversales en los niveles de severidad alto y medio logran afectar el 7,01% de la vía, sus valores de deducción afectan en un grado significativo a la condición.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 62; correspondiente a un pavimento en estado "Bueno".

## Unidad de Muestreo 20

Registro de fallas U.M-20.

### FORMATO 01: EXPLORACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 16/10/2016.

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 20

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+200m / 0+130m

#### TIPOS DE DAÑOS

OBSERVACIONES	1.- Piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>	11.- Parcheo	m <sup>2</sup>	CROQUIS:		
1.- LAS FALLAS 9 Y 14 SON IGNORADAS.	2.- Exudación	m <sup>2</sup>	12.- Pulimento de agregados	m <sup>2</sup>	B: 4.40 m		
2.- LAS FALLAS 4 Y 8 SOLO	3.- Agrietamiento en bloque	m <sup>2</sup>	13.- Huecos	Nº	o	o	o
DEBEN SER CONSIDERADAS SI EXISTEN LOSAS DE CONCRETO BAJO EL PAVIMENTO.	4.- Abultamientos y hundimie	m	14.- Cruce de vía férrea, acceso puentes, pontones y rejillas de dren	m <sup>2</sup>	o	o	o
3.- SI EXISTE FALLA 2, NO SE CONSIDERA LA FALLA 12.	5.- Corrugación	m <sup>2</sup>	15.- Ahuellamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
4.- SI HAY FALLA 11, NO SE CONSIDERA ALGUNA OTRA FALLA.	6.- Depresión	m <sup>2</sup>	16.- Desplazamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
5.- SI HAY FALLA 10, NO SE CONSIDERA LA FALLA 8.	7.- Grietas de borde	m	17.- Grietas parabólica	m <sup>2</sup>	o	o	o
6.- FALLAS 1Y 15 SIMULT SE MIDEN SEPARADAS.	8.- Grietas de reflexión de jur	m	18.- Hinchamiento	m <sup>2</sup>	o	o	o
	9.- Desnivel de carril/berma	m	19.- Desprendimiento de agre	m <sup>2</sup>	o	o	o
	10.- Grietas long. y transv.	m					

#### NIVELES DE SEVERIDAD

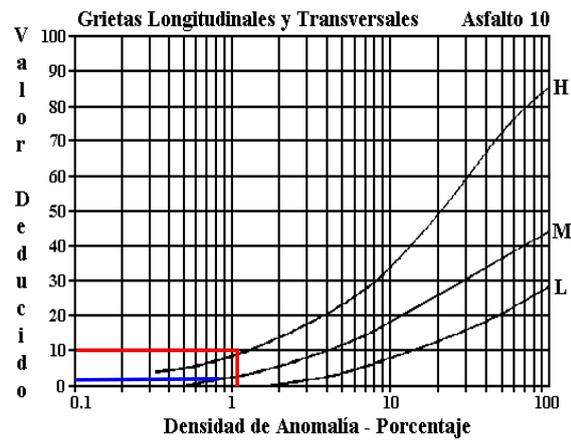
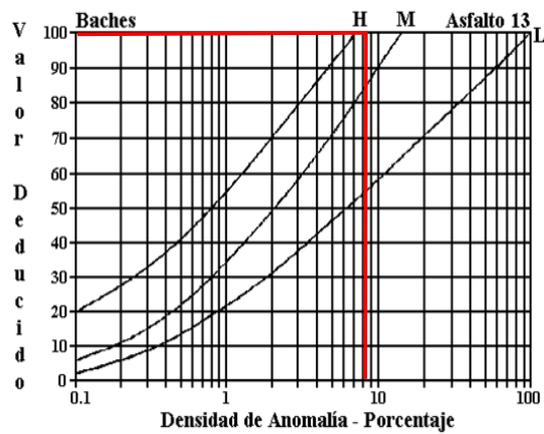
	<b>H:</b>	<b>Severidad alta</b>	o	o	o
	<b>M:</b>	<b>Severidad media</b>	o	o	o
	<b>L:</b>	<b>Severidad baja</b>	o	o	o
	(Ver "Capítulo II: Marco Teórico"; acápite "2.3 Definiciones de Términos Básicos")				L= 70.0 m

#### INVENTARIADO DE DAÑOS EXISTENTES

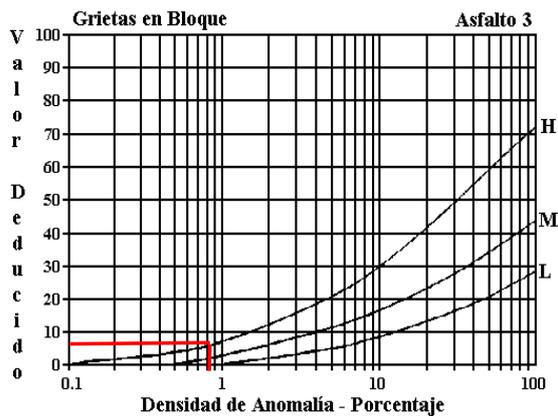
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD (%)	V.D
13	H	11.88	25.28	8.21	100.00
10	H	3.60	3.60	1.17	10.00
10	M	2.70	2.70	0.88	2.00
3	H	2.52	2.52	0.82	8.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN:  $\Sigma$  VD 120.00

VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO: VDC



Leyenda	
Alto	
Medio	
Bajo	



*Determinación de valores deducidos en fallas de la U.M-20.*

*Determinación del número aceptable de deducciones, V.D.C y PCI de la U.M-20.*

**FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M**

Inspeccionada por:

Cristian Jesús Gaspar Espinoza

Carretera: av. Las Lomas- intersección Avenida 2 Distrito: Carabayllo Fecha: 16/10/2016

Tramo: 1 Sección: 2 Unidad de muestreo: 20

Area de la muestra: 308 (m<sup>2</sup>) Progresiva: 0+200m /0+130m

**Número máximo aceptable de deducción**

**OBSERVACIONES**

**Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles**

i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor

Total de Dedución" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).

Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Dedución Corregido".

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$$

mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i.

HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.

mi : 1.00

1.00

0.00

i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, para ello solo se considerará valores mayores a 2.0.

ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.

iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".

iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.

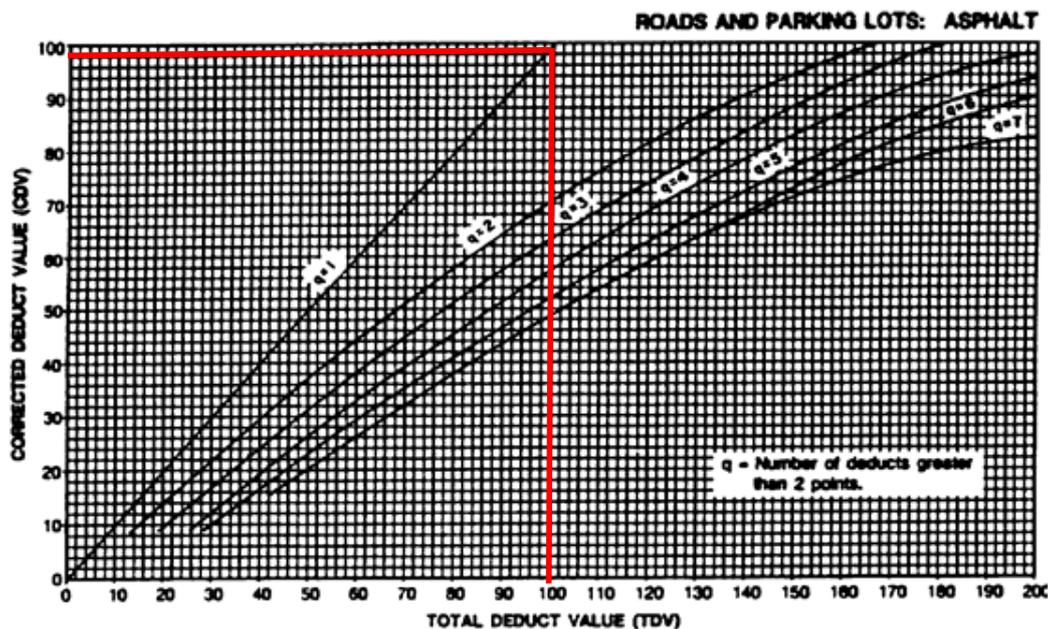
v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.

**Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M**

VD 0 (Descendente)	ITERACIÓN								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100.00	100.00								
10.00									
8.00									
2.00									

Reducción

Total	120.00	100.00
q		1
CDV		98.00
<b>VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:</b>		<b>VDC 98.00</b>
PCI U-20		(100-VCD) 2



Leyenda	
q=1	

VDC según número de deducciones. U.M-20.

### Resumen de resultados:

Las fallas encontradas son: en grado de severidad alto (13) Huecos, (10) Grietas longitudinales y transversales y (03) Agrietamiento en bloque. Es importante precisar que las (10) Grietas longitudinales y transversales también se presentan en severidad media.

La falla más influyente en la condición del pavimento es: (13) Huecos, que mediante el valor deducido representa el mayor daño en la vía que influye sobre el 8,21% del área de la unidad.

Así mismo, las (10) Grietas longitudinales y transversales y (03) Agrietamiento en bloque, afectan en un grado poco significativo a la condición, debido a que sus valores de deducción son mínimos.

El Índice de Condición de Pavimento resultante es 02; correspondiente a un pavimento en estado "Colapsado".

## ANEXO F. Panel Fotográfico



Rotulado de Unidad de Muestreo 01.



Bache o Huevo de severidad media con profundidad < 25.4 mm.



Huevo de severidad alta con profundidad < 50.8 mm y diámetro < 762 mm.



Medición de profundidad de grieta transversal con e > 150mm, con pérdida de material.



Grieta transversal de severidad alta con e > 150 mm de una longitud > 2.50m.



Grieta transversal con profundidad > 50 mm.



Falla tipo Grieta de cocodrilo de severidad alta con pérdida de material, en área sujeta a tránsito.



Hueco de severidad media, diámetro > 400mm. También se aprecia desprendimiento de material.



Depresión de severidad alta con desprendimiento de de agregados y material ligante.



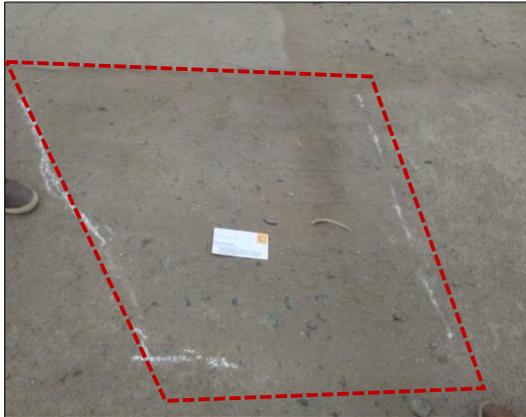
Huecos de alta severidad, con exposición y desprendimiento de agregados.



Parcheo con piel de cocodrilo de alta severidad con grietas de  $e < 25.4$  mm,



Grieta parabólica de severidad baja, sin agrietamiento significativo que afecte la calidad de tránsito.



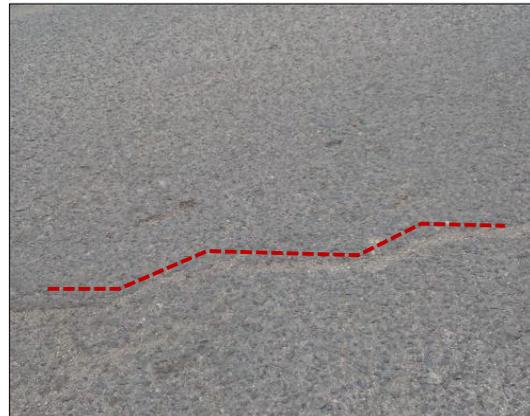
Pulimento de agregados con  
desprendimiento de agregados.



Medición de Grietas longitudinales de  
severidad baja, con grietas < 25.4mm no  
significativas para el tráfico.



Baches de gran tamaño en calzada con  
pérdida total de material en el área  
afectada.



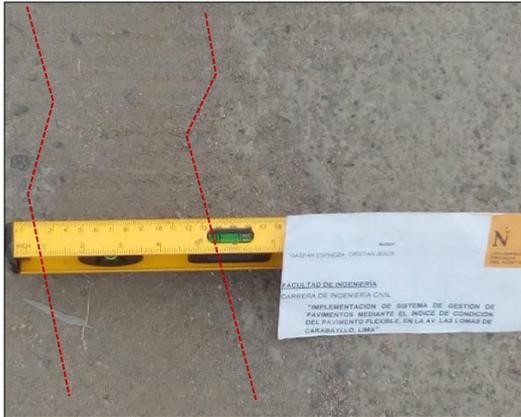
Grieta longitudinal de baja severidad, sin  
rotura de material que afecte la calidad del  
tránsito.



Inicio de Unidad de Muestreo 04, progresiva  
0+200 m, se aprecia los implementos  
básicos para la medición.



Desnivel presente en la grieta transversal,  
donde se evidencia la pérdida total de material  
y rotura en los bordes de grieta.



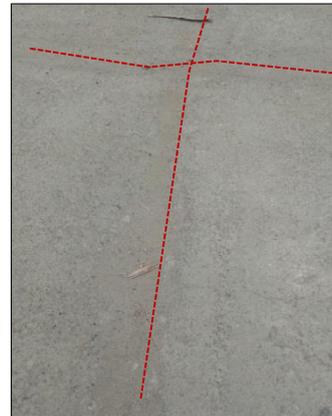
Grieta transversal de gran ancho, con material granular acumulado.



Parcheo de severidad baja, sin abultamiento significativo que resalte en la superficie.



Grieta transversal y longitudinal que atraviesa la calzada, severidad media.



Depresión transversal en la calzada con pérdida de ligante, profundidad < 50mm.



Desprendimiento de agregados en gran área de la calzada, acompañado de huecos de profundidad < 50.8 mm.



Rótulo aplicado para el inventariado del "Tramo 01" perteneciente a la vía Lomas de Carabaylo.

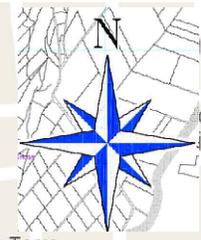


FORMATO 02: VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS Y PCI DE U.M		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE								
Inspeccionada por:										
Carretera:	Distrito:	Fecha:								
Tramo:	Sección:	Unidad de muestreo:								
Area de la muestra:	(m <sup>2</sup> )	Progresiva: +_m/_+_m								
Número máximo aceptable de deducción										
OBSERVACIONES	Ec 4. Número aceptable de deducciones en Pavimentos Flexibles									
<p>i. Si ninguno o solo uno de los Valores Deducidos (VD) es mayor que 2.0, se empleará el "Valor Total de Deducción" (como se denomina a la sumatoria de Valores deducidos en el Formato 01).</p> <p>Si no se cumple la condición anterior, se deberá determinar el "Valor Total de Deducción Corregido".</p>	$m_i = 1 + \frac{9}{98} \cdot (100 - HDV_i)$ <p>mi : número aceptable de deducciones, incluyendo fracciones, para la unidad de prueba i. HDVi : valor deducido individual más alto para la unidad de prueba.</p>		<p>i. Se obtendrá el número de valores aceptables, denominado q, solo se considerará valores mayores a 2.0.</p> <p>ii. Determinar el "Total", sumando todos los valores deducidos individuales.</p> <p>iii. Mediante el uso de la "Curva de Corrección" (véase Anexo C), determinar el "Valor Deducido Corregido" en cada iteración realizada, con q y el Valor Deducido "Total".</p> <p>iv. Para cada iteración se irá reduciendo a 2.0 el menor de los "Valores Deducidos" individuales, repitiendo el procedimiento ii y iii, de modo que q sea igual a 1.</p> <p>v. EL CDV máximo es el mayor de los CDV obtenidos en las iteraciones.</p>							
Procesamiento para la obtención del PCI de la U.M										
	VD	ITERACIÓN								
	0 (Descendente)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Reducción										
Total										
q										
CDV										
VALOR TOTAL DE DEDUCCIÓN CORREGIDO:								VDC		
PCI U.M								(100-VCD)		

**ANEXO H. Secciones 01 y 02, comprendidas entre Avenida 02 y  
Avenida B de la Av. Lomas de Carabayllo.**

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**

**TRAMO 1: Comprendido entre la av. 02 y la av. B**



LEYENDA	
TRAMO DE VÍA ANALIZADA	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:red;"></span>
LÍMITE ASOC. VALLE HERMOSO	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:green;"></span>
LÍMITE URB. SAN JOSÉ	<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color:blue;"></span>

**TERMINO:**  
 INTERSECCIÓN AV. LAS LOMAS Y AVENIDA "B"  
 INGRESO ASOC. LAS ORQUIDEAS DE BELLO HORIZONTE.

**INICIO:**  
 INTERSECCIÓN AV. LAS LOMAS Y AVENIDA 02.  
 INGRESO URB. SAN JOSÉ.

TESIS:  
 PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

**CROQUIS LONGITUDINAL DE VÍA EN EVALUACIÓN** L-01

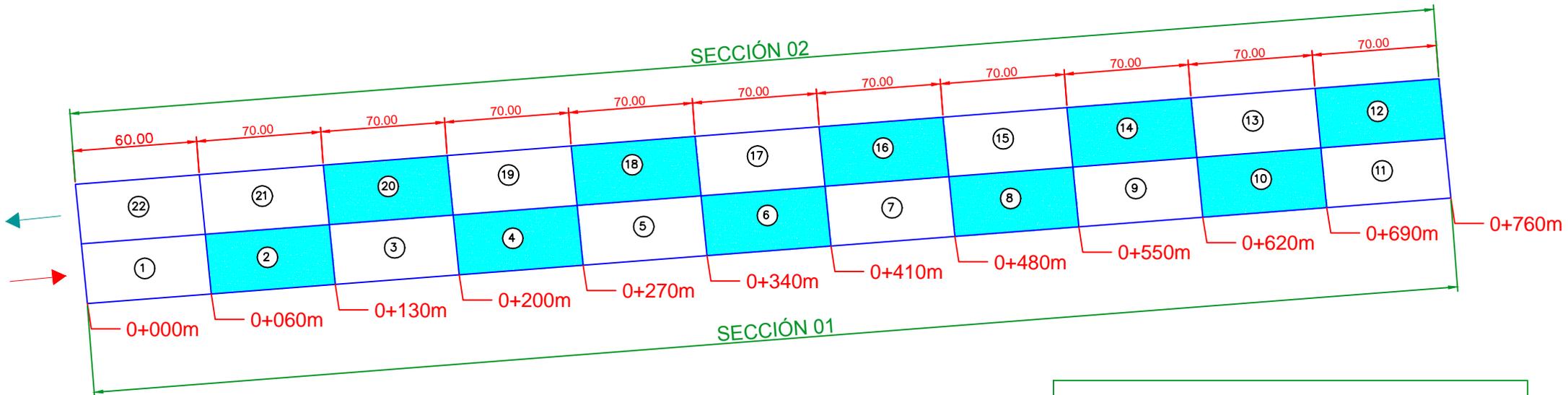
ESCALA: S/E      DIBUJO: C.I.G.E      FECHA: AGOSTO - 2018

INGENIERÍA CIVIL  
 TEBISTA  
 CRISTIAN JESOS  
 GASPAR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



Google BODEGA LUPIT

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 n (UNIDADES SELECCIONADAS) : 10 U.M  
 L (LONGITUD TOTAL DE VÍA) : 1520 m.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	

INGENIERIA CIVIL CRISTIAN JESÚS GASPÁR ESPINOZA CÓDIGO UPN: 352471	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.	LAMINA:
		DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES DE EVALUACIÓN Y MUESTREO ALEATORIO	L-02
ESCALA: S/E		DIBUJO: C.J.G.E	FECHA: AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 2

LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	Ⓝ
CÓDIGO DE FALLA	3L



2

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m<sup>2</sup>.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA

CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
CÓDIGO UPN: 352471



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-03

ESCALA:  
S/E

DIBUJO  
C.J.G.E

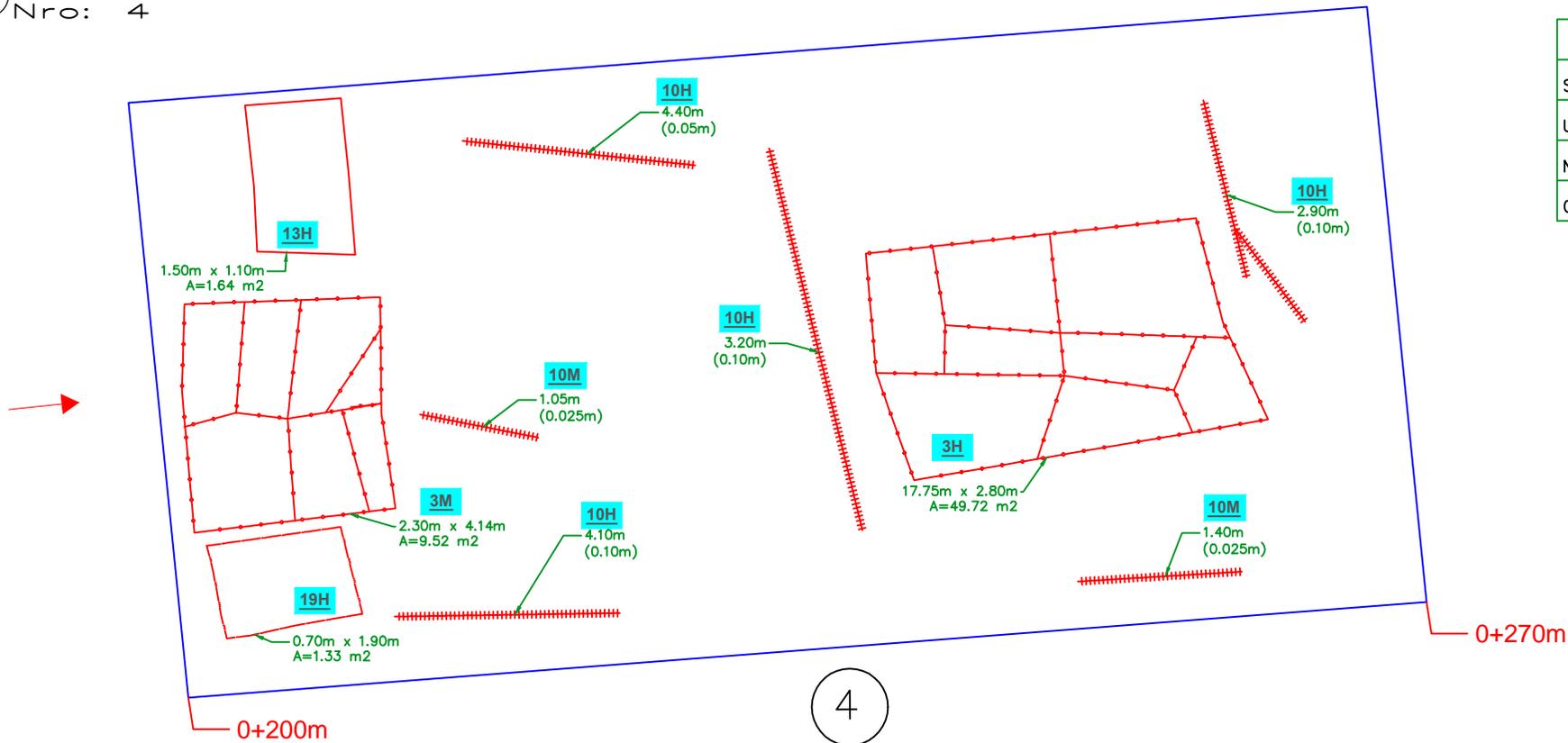
FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 4

LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	Ⓝ
CÓDIGO DE FALLA	3L



N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL):	22 U.M
A (Ancho de Unidad)	: 4.4 m.
L (Longitud de Muestra)	: 70.0 m.
S (Área de la U.M)	: 308.0 m2.
Considerando longitud en cada sentido de vía.	

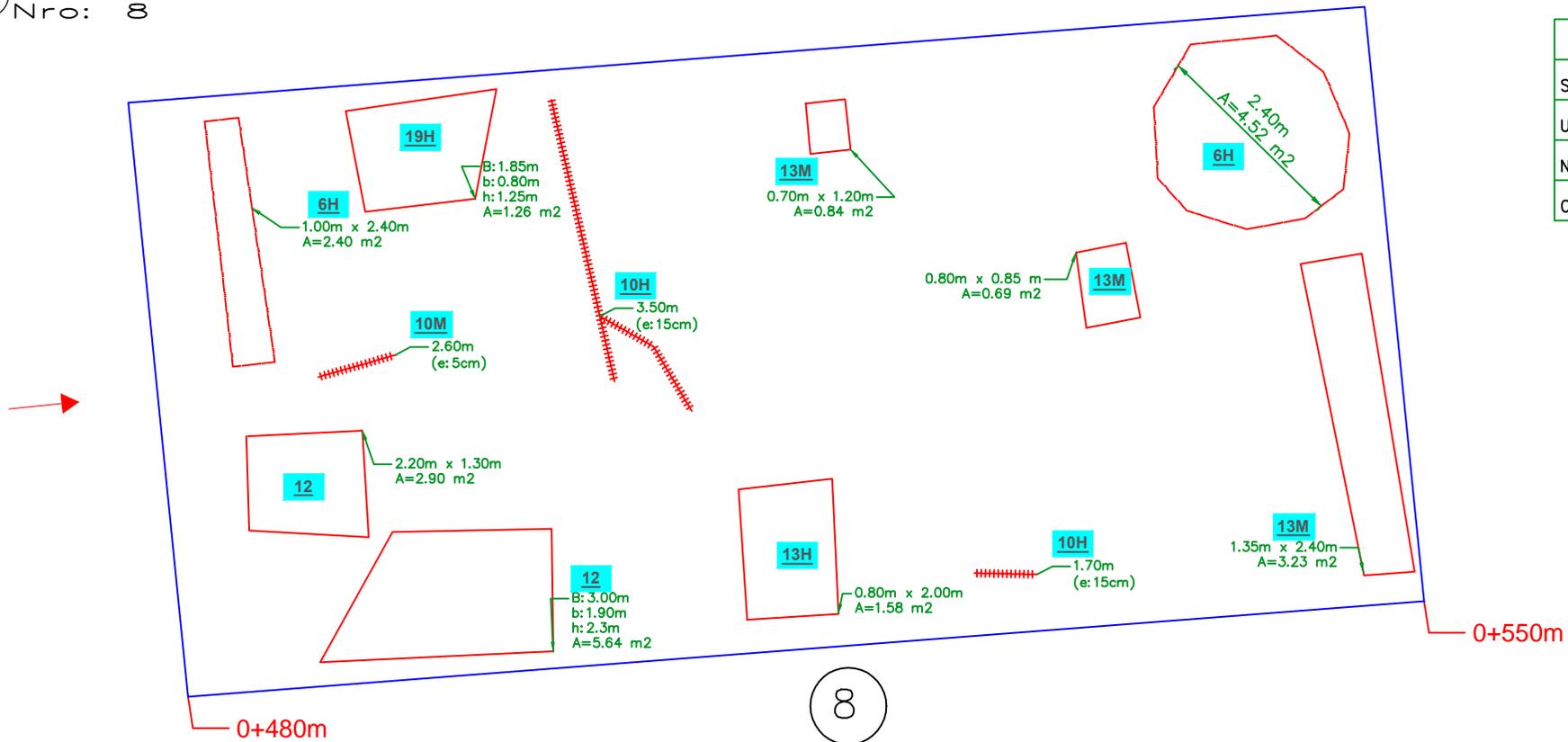
INGENIERÍA CIVIL TESISTA  CRISTIAN JESÚS GASPAR ESPINOZA CÓDIGO UPN: 352471	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS: PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.	LAMINA:
		DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO	
ESCALA: S/E		DIBUJO: C.J.G.E	FECHA: AGOSTO - 2018



**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 8



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	(n)
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m2.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERIA CIVIL  
TESISTA  
 CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-06

ESCALA:  
S/E

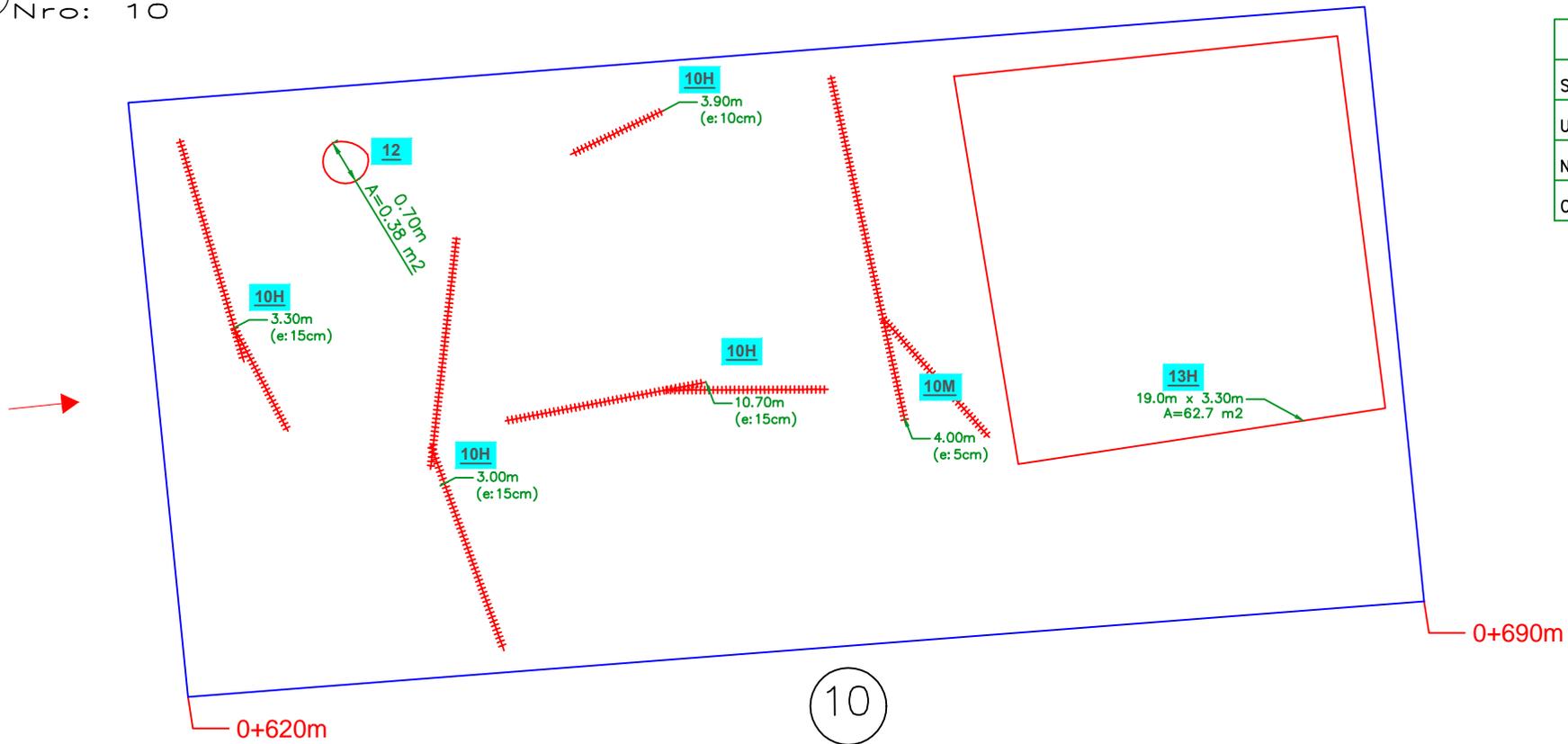
DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 10



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	(n)
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m2.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA  
 CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-07

ESCALA:  
S/E

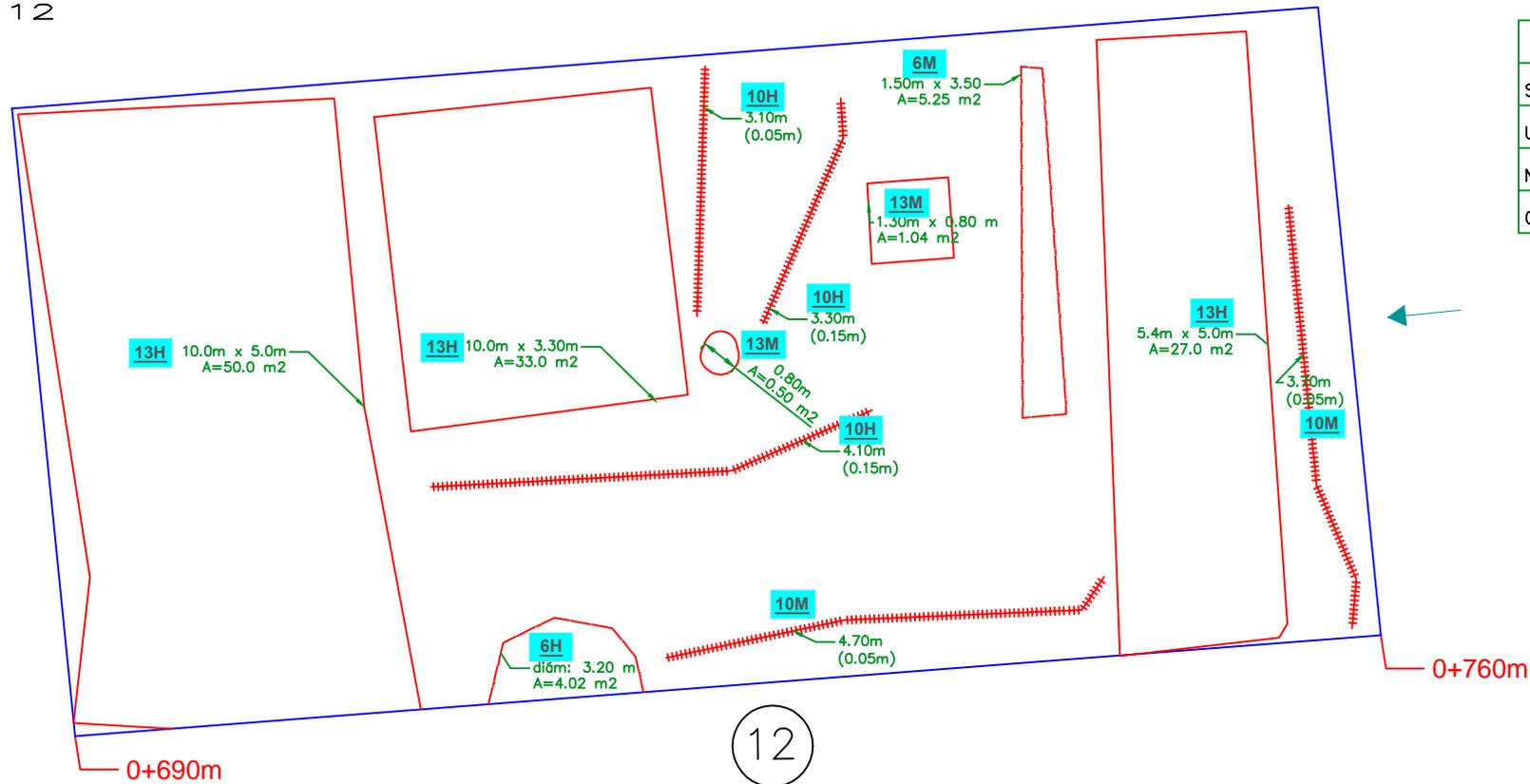
DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 12



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	(n)
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m2.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
 TESISISTA  
 CRISTIAN JESÚS  
 GASPÁR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-08

ESCALA:  
S/E

DIBUJO  
C.J.G.E

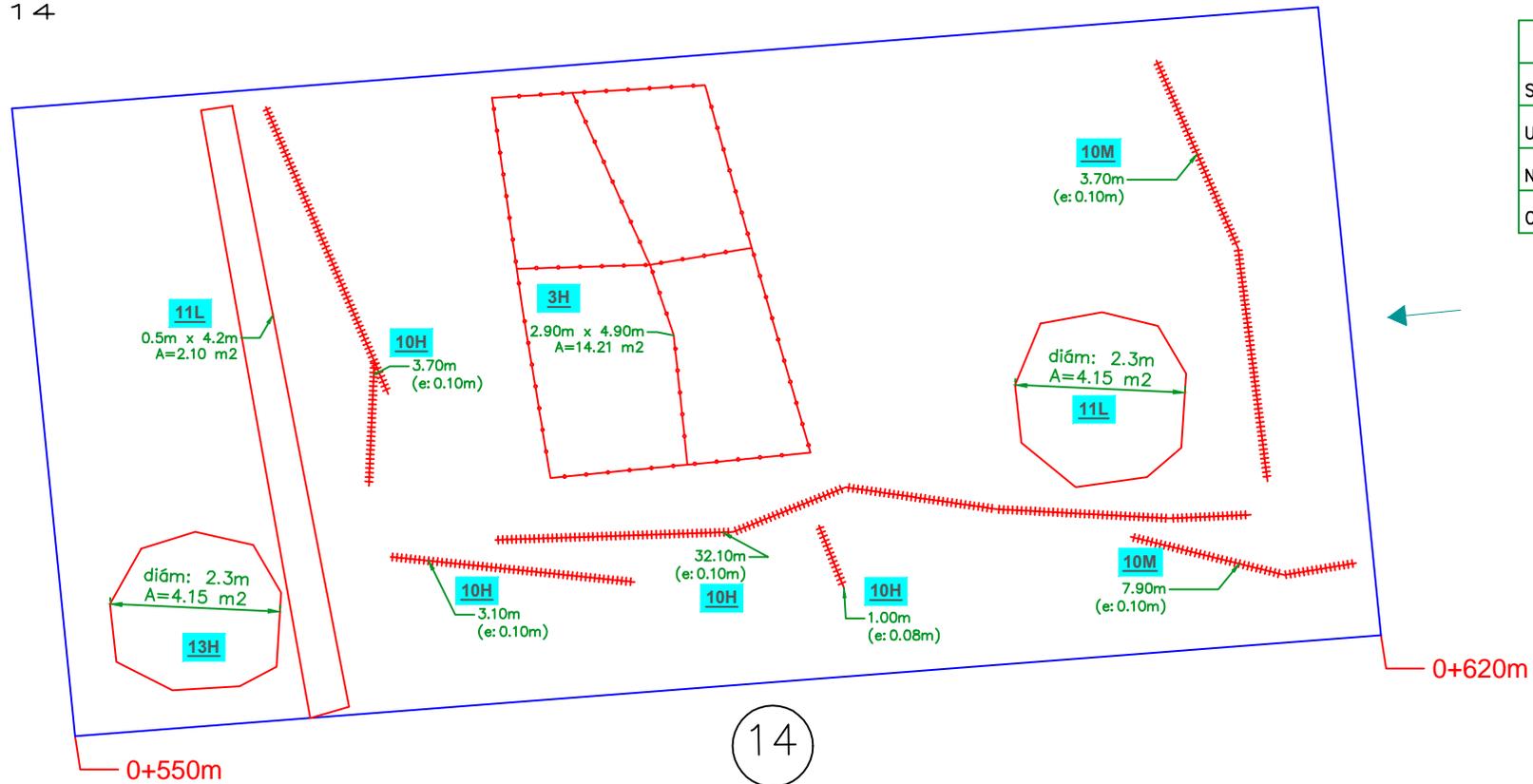
FECHA:

AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 14



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	(n)
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m2.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA  
CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-09

ESCALA:  
S/E

DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 16



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	Ⓝ
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m<sup>2</sup>.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA  
CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-10

ESCALA:  
S/E

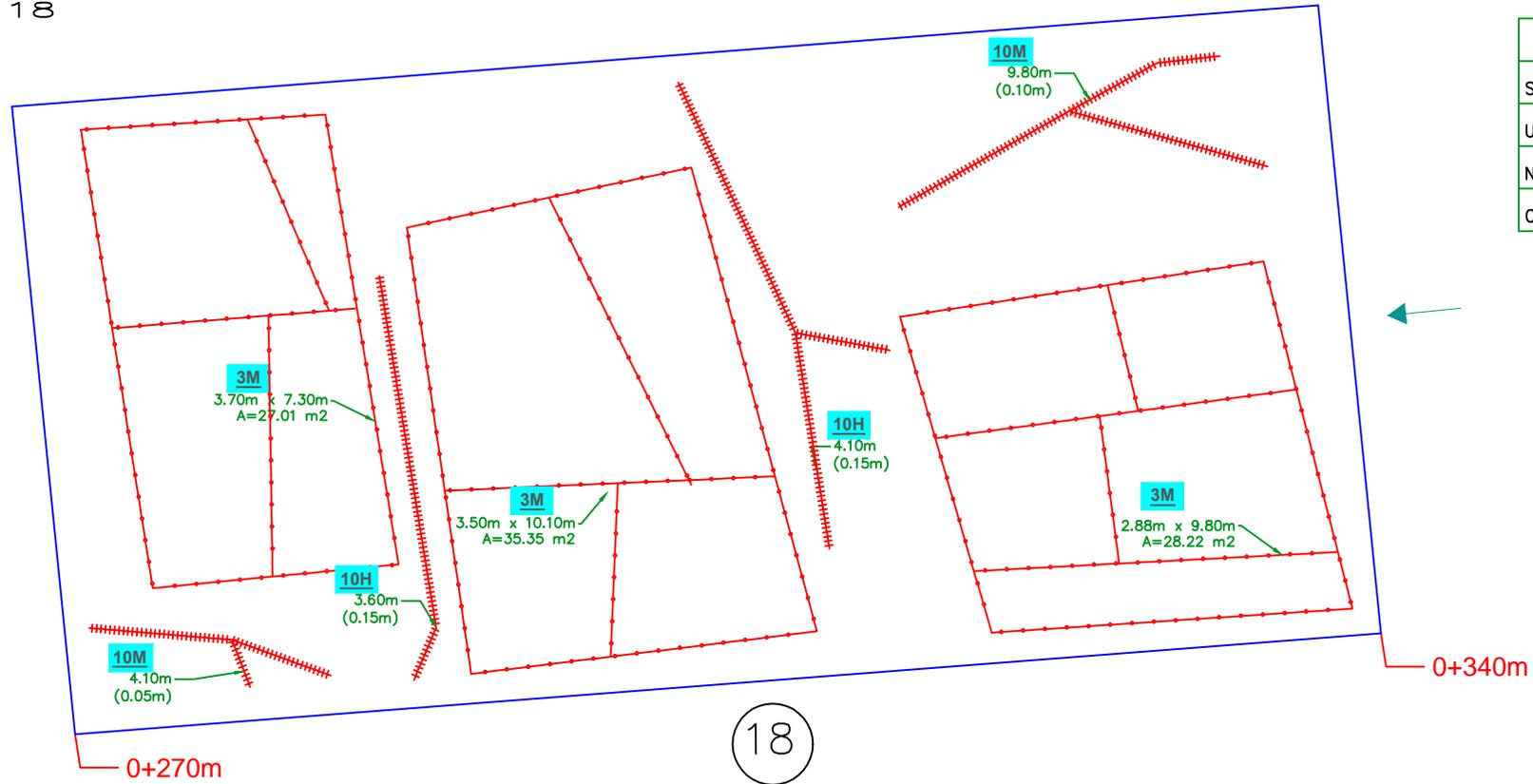
DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 18



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	
CÓDIGO DE FALLA	

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m<sup>2</sup>.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA  
 CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-11

ESCALA:  
S/E

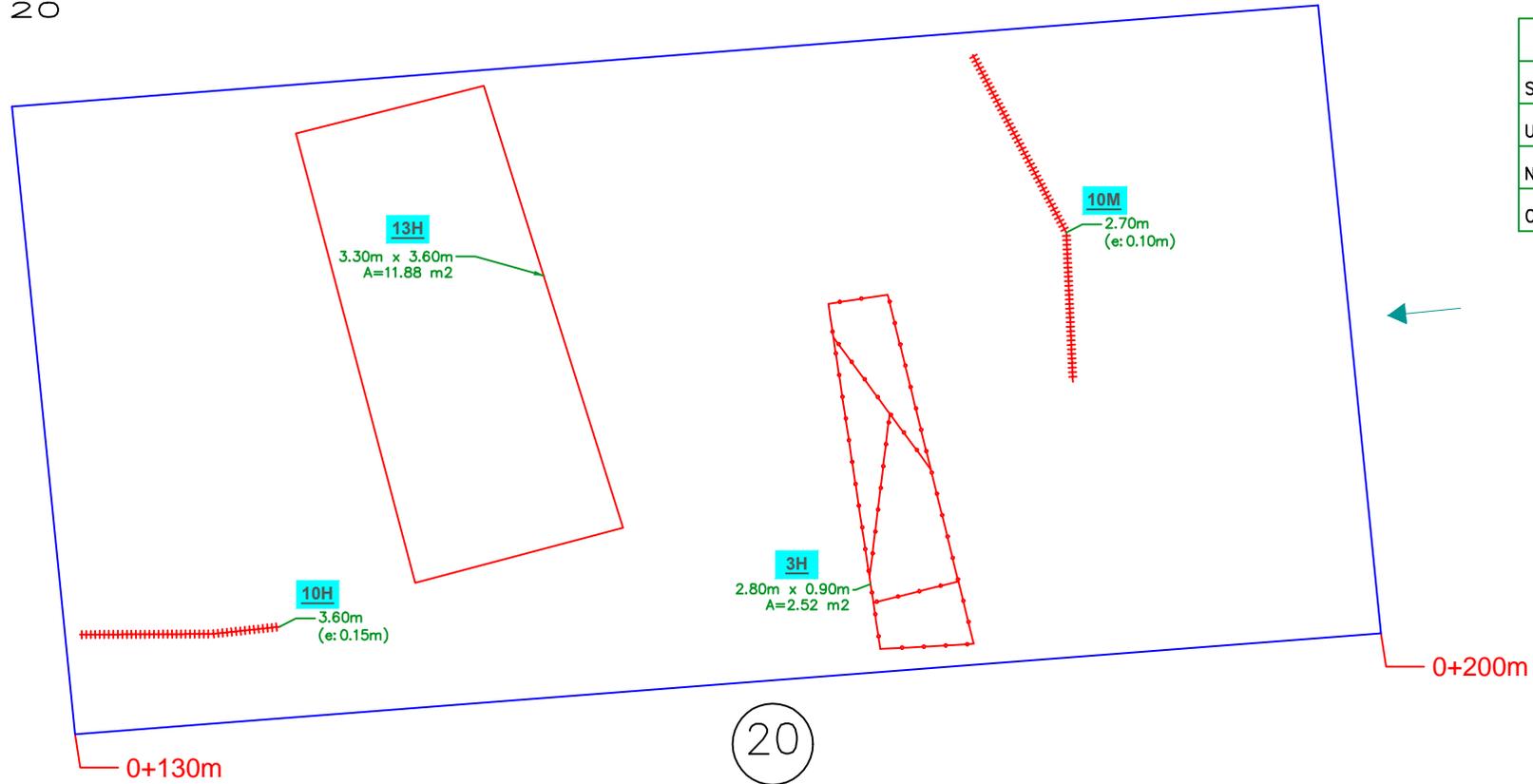
DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018

**PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.**



Unidad de Muestreo  
Nro: 20



LEYENDA	
SENTIDO DE TRÁFICO	
UNIDADES SELECCIONADAS	
NÚMERO DE UNIDAD	(n)
CÓDIGO DE FALLA	3L

N (UNIDADES DE MUESTREO TOTAL): 22 U.M  
 A (Ancho de Unidad) : 4.4 m.  
 L (Longitud de Muestra) : 70.0 m.  
 S (Área de la U.M) : 308.0 m2.  
 Considerando longitud en cada sentido de vía.

INGENIERÍA CIVIL  
TESISTA  
 CRISTIAN JESÚS  
GASPAR ESPINOZA  
 CÓDIGO UPN: 352471



TESIS:

PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS PARA EL TRATAMIENTO DE PAVIMENTOS, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, EN LA CONDICIÓN FUNCIONAL DE LA AV. LOMAS DE CARABAYLLO, LIMA, 2016.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS PRESENTES EN LA UNIDAD DE MUESTREO

LAMINA:

L-12

ESCALA:  
S/E

DIBUJO  
C.J.G.E

FECHA:  
AGOSTO - 2018