

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO  
VILLAREAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“SISTEMAS DE GESTIÓN DE PAVIMENTOS  
PARA MANTENIMIENTO Y RECONSTRUCCION  
DE VIAS TERRESTRES ASFALTADAS DE  
ACUERDO AL NÚMERO ESTRUCTURAL DE  
DISEÑO DE LA ASSHTO”**

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

**PAÚL BALLENA COLÁN**

LIMA-PERÚ

2016

## INDICE

	Pág.
<b>PRÓLOGO</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>CAPITULO I</b> .....	19
<b>GENERALIDADES</b> .....	19
1.1 Problemática .....	19
1.1.1 Justificación e importancia .....	20
1.1.2 Definición del problema.....	21
1.1.3 limitaciones .....	22
1.2 Objetivos.....	23
1.2.1 Objetivo general.....	23
1.2.2 Objetivos específicos .....	23
<b>CAPITULO II</b> .....	24
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO</b> .....	24
2.1 Ubicación del proyecto .....	24
2.2 Accesos .....	26
2.3 Estado de la vía.....	26
2.4 Características ambientales.....	26
2.4.1 Climatología .....	26
2.4.2 Temperatura .....	26
2.4.3 Precipitación.....	27
2.4.4 Evaporación .....	28
2.4.5 Humedad relativa.....	28
2.4.6 Vientos .....	28
<b>CAPITULO III</b> .....	29
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	29
3.1 Introducción.....	29
3.2 Sistemas de gestión de pavimentos .....	30
3.3 Características principales de los sistemas de gestión de pavimentos .....	31
3.3.1 Parámetros del sistema de gestión de pavimentos .....	33
3.3.2 Uso de diversos sistemas de información en gestión de infraestructura vial.....	34

# TESIS UNFV – PAÚL BALLENA COLÁN

3.3.2.1	Sistema de información geográfica (SIG):.....	35
3.3.3	Los niveles de proyecto y red en gestión de pavimentos.....	37
3.3.3.1	Gestión a nivel de red.....	40
3.3.3.2	Gestión a nivel de proyecto.....	43
3.4	Experiencias de aplicación de modelos de gestión en otros países.....	45
3.4.1	Gestión vial en Colombia.....	45
3.4.1.1	Introducción.....	45
3.4.1.2	Metodología.....	46
3.4.1.2.1	Metodología Antigua.....	46
3.4.1.2.2	Metodología Nueva.....	47
3.4.1.3	Preclasificación Estructural.....	48
3.4.1.4	Índice estructural.....	50
3.4.1.5	Preclasificación Superficial.....	53
3.4.1.6	Determinación de la condición del Pavimento.....	53
3.4.1.7	Clasificación de las actividades de conservación.....	55
3.4.1.8	Validación teórica de la metodología.....	56
3.4.1.9	Comparación durante la etapa de implementación.....	61
3.4.1.10	Conclusiones.....	63
3.4.2	Gestión vial en Costa Rica.....	64
3.4.3	Desarrollo de herramientas de gestión con base en la determinación de índices de la red vial de Costa Rica.....	65
3.4.3.1	Resumen.....	64
3.4.3.2	Objetivo general.....	65
3.4.3.3	Objetivos específicos.....	66
3.4.3.4	Definición de estrategias de intervención a nivel de red.....	68
3.4.3.5	Metodología Vizir y Deflexiones Características.....	72
3.4.3.6	Definición de las deflexiones características para Costa Rica.....	713
3.4.3.7	Propuesta para la definición de estrategias de intervención.....	75
3.4.3.8	Definición de notas de calidad Q.....	76
3.4.3.9	Definición de estrategias de intervención a nivel de red. Red vial de Costa Rica....	80
3.4.3.10	Conclusiones.....	83
3.4.4	Sistema HDM3 Y HDM4 para gestión de pavimentos.....	82
3.4.4.1	El sistema HDM3.....	85
3.4.4.2	El sistema HDM4.....	86
<b>CAPITULO IV</b> .....		<b>88</b>
<b>EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO POR EL MÉTODO PCI</b> .....		<b>88</b>
.....		88
4.1	Introducción.....	88

4.2	Metodología PCI.....	86
4.3	Índice de la Condición de Pavimento (PCI – Pavement Condition Index) ....	89
4.4	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento .....	88
4.5	Unidades de muestreo .....	89
4.6	Unidades de Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación	90
4.7	Unidades Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección .....	94
4.8	Selección de unidades de muestreo adicionales .....	93
4.9	Evaluación de la condición.....	96
4.10	Cálculo de las unidades de muestreo .....	97
4.10.1	Cálculo para carreteras con Capa de Rodadura Asfáltica .....	95
4.11	Cálculo del PCI de de una sección del pavimento .....	99
4.12	Calidad de tránsito.....	100
4.13	Manual de daños en vías con superficie de concreto asfáltico .....	101
4.13.1	Piel de cocodrilo .....	99
4.13.2	Exudación.....	101
4.13.3	Agrietamiento en bloque.....	106
4.13.4	Abultamientos (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS) .....	106
4.13.5	Corrugación.....	108
4.13.6	Depresión .....	110
4.13.7	Grieta de borde .....	112
4.13.8	Grieta de reflexión de junta (de losas de cemento pórtland): .....	113
4.13.9	Desnivel carril / berma .....	116
4.13.10	Grietas longitudinales y transversales (no son reflexión de losas de concreto de cemento pórtland):.....	118
4.13.11	Parcheo y acometidas de servicios públicos: .....	120
4.13.12	Pulimiento de agregados.....	122
4.13.13	Huecos .....	123
4.13.14	Ahuellamiento .....	123
4.13.15	Desplazamiento .....	128
4.13.16	Grietas parabólicas .....	130
4.13.17	Hinchamiento .....	135
4.13.18	Meteorización / desprendimiento de agregados .....	133
4.14	Curvas para pavimentos asfálticos .....	136
4.15	Relevamiento de fallas .....	139
4.16	Aplicación de la metodología PCI .....	149
4.16.1	Uso del software UnalPCIA .....	150

# TESIS UNFV – PAÚL BALLENA COLÁN

<b>CAPITULO V</b>	157
<b>CARACTERIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>	157
5.1	Introducción.....157
5.2	Caracterización de la estructura del pavimento del tramo I.....158
5.3	Caracterización de la estructura del pavimento del Tramo II.....165
5.3.1	Propiedades de los materiales granulares y de la subrasante .....172
<b>CAPITULO VI</b>	170
<b>ESTUDIO DE TRÁFICO</b>	170
6.1	Introducción.....173
6.2	Información general.....173
6.3	Metodología .....175
6.3.1	Conteo vehicular .....172
6.3.2	Encuestas Origen – Destino.....176
6.3.3	Censo de Cargas y Pesaje de vehículos .....177
6.3.4	Personal Técnico .....177
6.3.5	Materiales y Equipos:.....177
6.4	Trabajos de Gabinete .....179
6.4.1	Conteos y clasificación vehicular .....182
6.4.1.1	Estación E1 Chilete: .....182
6.4.1.2	Estación E2 Ciudad de Dios: .....187
6.4.2	Censo de carga.....191
6.4.2.1	Factores de carga Equivalente por estación .....193
6.4.3	Encuestas Origen – Destino.....195
6.4.3.1	Estación Chilete – Cajamarca .....195
6.4.3.2	Estación Chilete Contumazá.....195
6.4.3.3	Estación Ciudad de Dios - Chilete.....196
6.4.4	Tasas de crecimiento de transporte .....196
6.4.5	Proyecciones de ESAL's.....209
<b>CAPITULO VII</b>	213
<b>CARACTERIZACIÓN MEDICIONES DE DEFLEXIONES – TRABAJOS DE CAMPO Y PROCESAMIENTO</b>	213
7.1	Introducción.....213
7.1.1	Normalización por carga de las deflexiones.....217
7.1.2	Normalización por temperatura de las deflexiones .....218

# TESIS UNFV – PAÚL BALLENA COLÁN

7.1.3	Cálculo del módulo resiliente de la subrasante ( $M_r$ ).....	221
7.1.4	Cálculo de la capacidad estructural (número estructural efectivo-SNef) ...	222
7.1.5	Evaluación estructural por el método AASHTO .....	223
7.1.5.1	Evaluación estructural por el método AASHTO para pavimentos asfálticos	225
7.2	Tramificación, determinación de sectores homogéneos y cálculo de parámetros promedio por sector .....	226
7.2.1	Sectores homogéneos.....	226
7.3	Resultados de la evaluación estructural a partir de la deflectometría del Tramo I.....	228
7.4	Resultados de la evaluación estructural a partir de la deflectometría del Tramo II.....	235
<b>CAPITULO VIII</b> .....		240
<b>IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE GESTION DE PAVIMENTOS PARA LA CARRETERA CIUDAD DE DIOS - CAJAMARCA</b> .....		240
.....		240
8.1	Introducción.....	240
8.2	Metodología.....	240
8.2.1	Preclasificación Estructural.....	240
8.2.1.1	Preclasificación Estructural para el tramo I y tramo II.....	241
8.2.1.2	Índice estructural.....	243
8.2.1.2.1	Cálculo del Índice estructural para el tramo I y tramo II.....	243
8.2.2	Preclasificación Superficial.....	245
8.2.2.1	Preclasificación Superficial para el tramo I y tramo II.....	246
8.2.3	Determinación de la condición del Pavimento.....	250
8.2.4	Clasificación de las actividades de conservación.....	252
8.2.5	Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la planificación de actividades de conservación de la carretera PE08.....	254
<b>CAPITULO IX</b> .....		261
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....		261
.....		261
<b>CONCLUSIONES</b> .....		271
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		274
<b>GLOSARIO</b> .....		276
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		280
<b>ANEXOS</b> .....		281

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tramos viales .....	25
Figura 2. Localización de los tramos .....	25
Figura 3. Ejemplo de un modelo de costo deterioro (Asphalt Institute 2009) .....	30
Figura 4. Esquema de un sistema de información geográfico (Petzold,1991) .....	36
Figura 5. Sistema de gestión de pavimentos: principales componentes (Hudson, 1985) .....	38
Figura 6. Principales actividades componentes de los niveles de proyecto y red de los sistemas de gestión (Hans, 1993).....	40
Figura 7. Detalle de información y complejidad de modelos de tres niveles para un sistema de gestión de pavimentos (Haas, 1993) .....	41
Figura 8. Preclasificación estructural .....	52
Figura 9. Comparación entre metodologías, etapa de validación .....	59
Figura 10. Comparación tipo de intervención .....	60
Figura 11. Comparación tipo de intervención .....	63
Figura 12. Esquema de la metodología aplicada en el estudio .....	67
Figura 13. Rangos de IRI para pavimentos flexibles modelo de correlación con PSI .....	69
Figura 14. Determinación de los tramos homogéneos, valores de IRI y PSI para la zona 2-1 de Conservación Vial, Costa Rica 2008 .....	70
Figura 15. Formato de exploración de condición para carreteras.....	89
Figura 16. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.....	96
Figura 17. Piel de cocodrilo de baja severidad.....	100
Figura 18. Piel de cocodrilo de severidad media .....	101
Figura 19. Piel de cocodrilo de alta severidad .....	101
Figura 20. Exudación de baja severidad .....	103
Figura 21. Exudación de severidad media.....	103
Figura 22. Exudación de alta severidad. ....	103
Figura 23. Grietas en bloque de baja severidad .....	105
Figura 24. Grietas en bloque de severidad media .....	105
Figura 25. Grietas en bloque de alta severidad.....	105
Figura 26. Abultamientos y hundimientos de baja severidad .....	107
Figura 27. Abultamientos y hundimientos de severidad media.....	107
Figura 28. Abultamientos y hundimientos de alta severidad.....	108
Figura 29. Corrugación de baja severidad .....	109
Figura 30. Corrugación de severidad media.....	109
Figura 31. Corrugación de alta severidad .....	109
Figura 32. Depresión de baja severidad.....	111
Figura 33. Depresión de severidad media.....	111

Figura 34. Depresión de alta severidad .....	111
Figura 35. Grieta de borde de baja severidad.....	112
Figura 36. Grieta de borde de severidad media .....	113
Figura 37. Grieta de borde de alta severidad .....	113
Figura 38. Grieta de reflexión de junta de baja severidad .....	115
Figura 39. Grieta de reflexión de junta de severidad media.....	115
Figura 40. Grieta de reflexión de junta de alta severidad .....	116
Figura 41. Desnivel carril / berma de baja severidad .....	117
Figura 42. Desnivel carril / berma de severidad media .....	117
Figura 43. Desnivel carril / berma de alta severidad.....	117
Figura 44. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad .....	119
Figura 45. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de severidad media .....	119
Figura 46. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de alta severidad.....	120
Figura 47. Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad .....	121
Figura 48. Parcheo y acometidas de servicios públicos de severidad media.....	121
Figura 49. Parcheo y acometidas de servicios públicos de alta severidad .....	121
Figura 50. Pulimento de agregados.....	123
Figura 51. Hueco de baja severidad .....	125
Figura 52. Hueco de severidad media .....	125
Figura 53. Hueco de severidad alta .....	125
Figura 54. Ahuellamiento de baja severidad.....	127
Figura 55. Ahuellamiento de severidad media .....	127
Figura 56. Ahuellamiento de alta severidad .....	127
Figura 57. Desplazamiento de baja severidad .....	129
Figura 58. Desplazamiento de severidad media .....	129
Figura 59. Desplazamiento de severidad alta .....	129
Figura 60. Grieta parabólica (slippage) de baja severidad .....	131
Figura 61. Grieta parabólica (slippage) de severidad media .....	131
Figura 62. Grieta parabólica (slippage) de alta severidad .....	131
Figura 63. Hinchamiento .....	133
Figura 64. Meteorización de baja severidad .....	135
Figura 65. Meteorización severidad media .....	135
Figura 66. Meteorización de alta severidad.....	135
Figura 67. Curvas para pavimentos asfálticos .....	136
Figura 68. Coeficiente de deducción para pavimentos asfálticos.....	139
Figura 69. Distribución de la piel de cocodrilo para el tramo I y tramo II .....	140
Figura 70. Piel de cocodrilo en el Km 176+155 - tramo II .....	141
Figura 71. Distribución de la depresión para el tramo I y tramo II .....	142
Figura 72. Depresión en el Km 1+430 - tramo I.....	142



Figura 73. Distribución de las Grietas longitudinales y transversales para el tramo I y tramo II 143	
Figura 74. Grietas longitudinales y transversales en el Km 156+250 - tramo II.....	144
Figura 75. Distribución de parcheo para el tramo I y tramo II.....	145
Figura 76. Parcheo en el Km 1+430 - tramo II.....	145
Figura 77. Distribución de los huecos para el tramo I y tramo II.....	146
Figura 78. Hueco en el Km 156+840 - tramo II.....	147
Figura 79. Distribución de desprendimiento de agregados para el tramo I y tramo II.....	148
Figura 80. Desprendimiento de agregados en el Km 163+050 - tramo II.....	148
Figura 81. Software utilizado para el cálculo del PCI.....	150
Figura 82. Archivo de captura UnalPCIA.xls.....	151
Figura 83. Archivo CSV con cantidades de daño en Excel®.....	152
Figura 84. Programa UnalPCIA.....	153
Figura 85. Selección de archivo de datos UnalPCIA.....	154
Figura 86. Ejemplo de un archivo independiente con el cálculo del PCI.....	154
Figura 87. Resumen de resultados del cálculo de PCI.....	155
Figura 88. Resumen de resultados del cálculo de PCI.....	156
Figura 89. Calicatas en el tramo II.....	163
Figura 90. Arcillas en capas Superficiales.....	164
Figura 91. Esquema del Perfil Estratigráfico Tramo II Ciudad de Dios-Cajamarca (K155+000- K176+000).....	165
Figura 92. Factores de corrección de neumáticos.....	178
Figura 93. Variación del promedio vehicular estación E1 Chilete.....	180
Figura 94. Variación diaria estación E1 Chilete.....	181
Figura 95. Conteo vehicular estación E1 Chilete.....	182
Figura 96. Clasificación vehicular del promedio E1 Chilete.....	183
Figura 97. Distribución porcentual del tipo de vehículos E1 Chilete.....	184
Figura 98. Variación del promedio vehicular estación E2 Ciudad de Dios.....	185
Figura 99. Variación diaria del total de vehículos estación E2 Ciudad de Dios.....	187
Figura 100. Conteo vehicular estación E2 Ciudad de Dios.....	187
Figura 101. Clasificación vehicular del promedio E2 Ciudad de Dios.....	189
Figura 102. Distribución porcentual del tipo de vehículos E2 Ciudad de Dios.....	190
Figura 103. Tasa de crecimiento promedio anual Perú 2010.....	195
Figura 104. Evolución anual del PBI del Perú.....	195
Figura 105. Tasa Evolución Anual del PBI Región La Libertad.....	200
Figura 106. Evolución anual del PBI Región Cajamarca.....	203
Figura 107. Tasa Evolución Anual del PBI Perú.....	205
Figura 108. PBI Perú 2000 al 2009.....	206
Figura 109. Heavy Falling Weight Deflectometer.....	214

Figura 110. Ajuste de deflexión central por temperatura para pavimentos en concreto asfáltico sobre bases granulares.....	219
Figura 111. Efecto de un recapado en la capacidad estructural.....	224
Figura 112. Capas incluidas en SNeffectivo.....	225
Figura 113. Ejemplo de delimitación de secciones homogéneas.....	227
Figura 114. Deflectograma Tramo II Ciudad de Dios-Cajamarca.....	239
Figura 115. Distribución del Módulo de Resiliencia de la Subrasante.....	240
Figura 116. Distribución del SN efectivo del Pavimento Existente.....	240
Figura 117. Esquema de Estructura de Pavimento Proyectada.....	240
Figura 118. Preclasificación estructural.....	242
Figura 119. Calificación superficial según el PCI para el tramo I y Tramo II.....	247
Figura 120. Actividades de conservación para el tramo I y Tramo II.....	253
Figura 121. Actividades de conservación para el tramo I proyectado en el GIS.....	256
Figura 122. Actividades de conservación para el Tramo I proyectado en Google Earth.....	257
Figura 123. Actividades de conservación para el Tramo II proyectado en el GIS.....	258
Figura 124. Detalle de actividades de conservación Tramo II en el GIS.....	259
Figura 125. Actividades de conservación para el Tramo II proyectado en Google Earth.....	260
Figura 126. Calificación superficial según el PCI para el tramo I y Tramo II.....	263
Figura 127. Actividades de conservación para el tramo I y Tramo II.....	263
Figura 128. Faltante estructural para el tramo I y Tramo II.....	265
Figura 129. Actividades de conservación para el tramo I y Tramo II.....	265
Figura 130. Actividades de conservación para el tramo I y Tramo II.....	266
Figura 131. Esquema de Estructura de Pavimento.....	268
Figura 132. Esquema de Intervenciones.....	270

## ÍNDICE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tramos viales .....	24
Tabla 2. Resultados de la Evaluación estructural con la Estructura Proyectada .....	52
Tabla 3. Clasificación superficial por PCI .....	53
Tabla 4. Matriz de clasificación .....	55
Tabla 5. Clasificación de las Actividades de Conservación .....	56
Tabla 6. Clasificación metodología antigua .....	58
Tabla 7. Clasificación metodología nueva .....	58
Tabla 8. Matriz de clasificación del pavimento. Notas de calidad Q de acuerdo al deterioro superficial y las deflexiones características .....	71
Tabla 9. Valores de deflexiones características calculadas por rango de TPD .....	73
Tabla 10. Notas de calidad para rango de deflexiones de 0- 5000 TPD .....	74
Tabla 11. Ejemplo de tablas resumen del estudio .....	80
Tabla 12. Rangos de calificación del PCI .....	88
Tabla 13. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas .....	90
Tabla 14. Parámetros utilizados para las unidades de muestreo .....	90
Tabla 15. Rangos Niveles de severidad para huecos .....	124
Tabla 16. Rangos de calificación PCI .....	149
Tabla 17. Resultados del PCI promedio para cada sub tramo .....	155
Tabla 18. Frecuencia de Calicatas .....	157
Tabla 19. Tipo de superficie y estructura del Pavimento .....	158
Tabla 20. Mejoramientos de Subrasante .....	160
Tabla 21. Sectores en Base Granular .....	162
Tabla 22. Resumen de Calicatas y Resultados de Laboratorio Tramo II .....	166
Tabla 23. Resumen de Resultados de límites de Atterberg tramo II .....	169
Tabla 24. Factores de corrección estacional .....	177
Tabla 25. Índice Medio Diario Anual, Estación E1 .....	179
Tabla 26. Índice Medio Diario Anual, Estación E2 .....	184
Tabla 27. Vehículos pesados (controlados) - Estación Chilete 1 (Chilete – Cajamarca) ....	191
Tabla 28. Vehículos pesados (controlados) - Estación Chilete 2 (Chilete – Contumazá) ....	191
Tabla 29. Factores de Carga por tipo de vehículos - Estación Chilete 1 .....	192
Tabla 30. Factores de Carga por tipo de vehículos - Estación Chilete 2 .....	192
Tabla 31. Resumen encuesta por tipo de vehículos - Estación Chilete 1 .....	193
Tabla 32. Resumen encuesta por tipo de vehículos - Estación Chilete 2 .....	193
Tabla 33. Resumen encuesta por tipo de vehículos - Estación Ciudad de Dios .....	194
Tabla 34. Población proyectada por el departamento 2009 - 2010 .....	196

# TESIS UNFV – PAÚL BALLENA COLÁN

Tabla 35. Proyección Parque vehicular .....	197
Tabla 36. PBI – Región La Libertad.....	198
Tabla 37. Evolución Anual PBI – Región La libertad .....	199
Tabla 38. PBI – Región Cajamarca.....	201
Tabla 39. Evolución PBI – Región Cajamarca .....	202
Tabla 40. Tasa de Crecimiento para Transporte de Pasajeros Región Cajamarca .....	204
Tabla 41. Resumen Tasa de crecimiento propuestas.....	204
Tabla 42. Cuadro resumen de PBI Perú 2000 - 2009.....	206
Tabla 43. Tasas de crecimiento propuestas específicas de sector .....	207
Tabla 44. Proyección del tráfico EE. EE –Tramo Chilete – Cajamarca.....	208
Tabla 45. Proyección del tráfico EE. EE – Tramo Ciudad de Dios (Dv. Cajamarca) - Chilete	209
Tabla 46. Proyecciones Número de Ejes Equivalentes .....	210
Tabla 47. Ejes Equivalentes del tramo I Ciudad de Dios-Cajamarca (K0+000-K155+000) .....	229
Tabla 48. Resultados de Deflectometría.....	230
Tabla 49. Parámetros de Diseño AASHTO-93.....	232
Tabla 50. Resultados de la Evaluación Estructural.....	234
Tabla 51. Ejes Equivalentes Tramo II.....	234
Tabla 52. Resultados de Deflectometría.....	238
Tabla 53. Parámetros de Diseño AASHTO-93.....	238
Tabla 54. Resultados de la Evaluación Estructural por Secciones Homogéneas (Estructura Existente).....	238
Tabla 55. Coeficientes estructurales.....	238
Tabla 56. Resultados de la Evaluación Estructural por Sectores Homogéneas (Estructura Proyectada).....	239
Tabla 57. Cálculo del SN requerido y SN efectivo, Tramo I: Ciudad de Dios-Cajamarca (K0+000K155+000).....	239
Tabla 58. Cálculo del SN requerido y SN efectivo Tramo II: Ciudad de Dios-Cajamarca (K155+000K173+800).....	239
Tabla 59. Resultados de la Evaluación estructural con la Estructura Proyectada.....	241
Tabla 60. Cálculo del índice estructural $I_e$ a partir del SNreq y el SNefec del tramo I.....	241
Tabla 61. Cálculo del índice estructural $I_e$ a partir del SNreq y el SNefec del tramo II.....	242
Tabla 62. Clasificación superficial por PCI.....	246
Tabla 63. Ejemplo de calificación superficial del tramo I.....	248
Tabla 64. Ejemplo de calificación superficial del tramo II.....	249
Tabla 65. Matriz de clasificación.....	251
Tabla 66. Clasificación de las Actividades de Conservación.....	522
Tabla 67. Sectores con deficiencia estructural.....	267
Tabla 68. Resultados de la Evaluación estructural con la Estructura Proyectada.....	269