



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-UIIT-114-2020-R1

MONITOREO DEL DESEMPEÑO DE PAVIMENTOS A LARGO PLAZO EN COSTA RICA (DPLP-CR)

INFORME AVANCE DPLP

Preparado por:

Unidad de Investigación de Infraestructura y Transporte

San José, Costa Rica
Julio, 2020



Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1		2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Monitoreo Del Desempeño De Pavimentos A Largo Plazo En Costa Rica (DPLP-CR)-Informe de avance - DPLP-CR		4. Fecha del Informe Julio, 2020	
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440			
8. Notas complementarias			
9. Resumen <i>El presente informe recopila el avance y los resultados de laboratorio para el proyecto denominado DPLP-CR, correspondiente al seguimiento del comportamiento de diferentes estructuras de pavimento en el tiempo.</i> <i>La recopilación de información que plantea el proyecto tiene la particularidad de que la misma se da en períodos extensos de tiempo, así como que los diferentes tramos de estudio se encuentran distribuidos por el país. Lo anterior para poder entender de forma clara como cambia el comportamiento de las estructuras de pavimento en el tiempo como función del clima, tráfico y daño.</i> <i>Así mismo se busca incorporar de forma gradual la información que ha sido recolectada por medio de otros proyectos de investigación, auditoria o fiscalización; de forma que se pueda generar una base de datos robusta para el estudio del desempeño de los pavimentos.</i>			
10. Palabras clave DPLP-CR, Desempeño, Pavimentos	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 206	
13. Preparado por: Ing. Eliécer Arias Barrantes. Investigador Unidad de Investigación en Infraestructura y Transporte			
Fecha: 15 / 07 / 2020			
14. Revisado por: Ing. José Pablo Aguiar Moya, PhD. Investigador Unidad de Investigación en Infraestructura y Transporte		15. Aprobado por: Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, MSc Coordinadora Programa de Infraestructura del Transporte	



ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	15
2	Descripción – Contexto del proyecto en Costa Rica	16
3	Objetivo de este informe	16
4	Productos esperados	16
5	Avance del proyecto.....	17
5.1	Ensayos y pruebas.....	19
6	Información complementaria	23
6.1	Resultados por incluir en próximos informes	25
7	Referencias.....	26
	ANEXO A: Caracterización de los tramos	27
	ANEXO B: Deflectometría de impacto (FWD).....	129
	ANEXO C: Regularidad superficial (IRI).....	159
	ANEXO D: Auscultación visual (PCI).....	176
	ANEXO E: Fricción superficial (GRIP)	192



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Costa Rica con la ubicación de los tramos 1 a 26 del proyecto DPLP	19
Figura 2. Distribución espacial de los tipos de suelo clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.....	25
Figura 3. Ubicación del Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas	27
Figura 4. Espesor del pavimento realizado el 03 de julio del 2013 para el Tramo 1 (cotas en cm)	28
Figura 5. Espesor del pavimento realizado el 03 de noviembre del 2014 para el Tramo 1 (cotas en cm).....	28
Figura 6. Ubicación del Tramo #2: Quepos - Barú	32
Figura 7. Espesor del pavimento realizado el 04 de julio del 2013 para el Tramo 2 (cotas en cm)	33
Figura 8. Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre del 2014 para el Tramo 2 (cotas en cm).....	33
Figura 9. Espesor del pavimento realizado el 15 de julio del 2019 para el Tramo 2 (cotas en cm)	34
Figura 10. Ubicación del Tramo #3: Moravia - Coronado	37
Figura 11. Espesores del pavimento realizado el 11 de julio del 2013 para el Tramo 3 (cotas en cm)	38
Figura 12. Espesores del pavimento realizado el 02 de octubre del 2014 para el Tramo 3 (cotas en cm).....	38
Figura 13. Ubicación del Tramo #4: Cartago - Paraíso	42
Figura 14. Espesores del pavimento realizado el 12 de julio del 2013 para el Tramo 4 (cotas en cm)	43
Figura 15. Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 4 (cotas en cm) .	43
Figura 16. Ubicación del Tramo #5: Barú - Piñuela.....	47
Figura 17. Espesores del pavimento realizado el 16 de julio del 2013 para el Tramo 5 (cotas en cm)	48
Figura 18. Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre de 2014 para el Tramo 5 (cotas en cm).....	48
Figura 19. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 5 (cotas en cm)	49
Figura 20. Ubicación del Tramo #6: Jacó - Orotina	51
Figura 21. Espesores del pavimento realizado el 17 de julio del 2013 para el Tramo 6 (cotas en cm)	52
Figura 22. Espesores del pavimento realizado el 16 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm).....	52
Figura 23. Espesores del pavimento realizado el 28 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm).....	53
Figura 24. Ubicación del Tramo #7: Interamericana - Caldera	56
Figura 25. Espesores del pavimento realizado el 18 de julio del 2013 para el Tramo 7 (cotas en cm)	57
Figura 26. Espesores del pavimento realizado el 14 de octubre del 2014 para el Tramo 7 (cotas en cm).....	57
Figura 27. Espesores de pavimento realizado el 29 de julio de 2019 para el Tramo 7 (cotas en cm)	58
Figura 28. Ubicación del Tramo #8: Los Ángeles – Santo Domingo.....	60
Figura 29. Espesores del pavimento realizado el 01 de agosto del 2013 para el Tramo 8 (cotas en cm)	61
Figura 30. Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 8 (cotas en cm) .	61
Figura 31. Ubicación del Tramo #9: Guácimo - Pocora.....	63
Figura 32. Espesores del pavimento realizado el 29 de julio del 2013 para el Tramo 9 (cotas en cm)	64
Figura 33. Ubicación del Tramo #10: Limón - Siquirres	67



Figura 34. Espesores del pavimento realizado el 30 de julio del 2013 para el Tramo 10 (cotas en cm)	68
Figura 35. Ubicación del Tramo #11: Playa Hermosa - Esterillos	70
Figura 36. Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 11 (cotas en cm)	71
Figura 37. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 11 (cotas en cm)	72
Figura 38. Ubicación del Tramo #12: Santa Cruz - Nambí	74
Figura 39. Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 12 (cotas en cm)	75
Figura 40. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 12 (cotas en cm)	75
Figura 41. Ubicación del Tramo #13: Cot - Volcán Irazú	78
Figura 42. Espesores del pavimento realizado el 16 de agosto del 2013 para el Tramo 13 (cotas en cm)	79
Figura 43. Espesores del pavimento realizado el 01 de octubre del 2014 para el Tramo 13 (cotas en cm)	79
Figura 44. Espesores de pavimento realizado el 24 de junio de 2019 para el Tramo 13 (cotas en cm)	80
Figura 45. Ubicación del Tramo #14: Buenos Aires - Cajón	83
Figura 46. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 14 (cotas en cm)	84
Figura 47. Espesores del pavimento realizado el 04 de junio del 2014 para el Tramo 14 (cotas en cm)	84
Figura 48. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 14 (cotas en cm)	85
Figura 49. Ubicación del Tramo #15: Pérez Zeledón - Río Convento	89
Figura 50. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 15 (cotas en cm)	90
Figura 51. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 15 (cotas en cm)	90
Figura 52. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 15 (cotas en cm)	91
Figura 53. Ubicación del Tramo #16: Florencia - Santa Clara	93
Figura 54. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 16 (cotas en cm)	94
Figura 55. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 16 (cotas en cm)	94
Figura 56. Espesores de pavimento realizado el 6 de agosto de 2019 para el Tramo 16 (cotas en cm)	94
Figura 57. Ubicación del Tramo #17: Ciudad Neilly - Paso Canoas	96
Figura 58. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 17 (cotas en cm)	97
Figura 59. Espesores del pavimento realizado el 05 de noviembre del 2014 para el Tramo 17 (cotas en cm)	97
Figura 60. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 17 (cotas en cm)	98
Figura 61. Ubicación del Tramo #18: Liberia - Peñas Blancas	101
Figura 62. Espesores de pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 18 (cotas en cm)	102
Figura 63. Ubicación del Tramo #19: Carrillo - Lajas	105
Figura 64. Espesores de pavimento Tramo 19 hecho 2015 (cotas en cm)	106
Figura 65. Ubicación del Tramo #20: Cañas - Liberia	108
Figura 66. Espesores de pavimento Tramo 20 (cotas en cm) al 2016	109
Figura 67. Ubicación del Tramo #21: La República - Virilla	112
Figura 68. Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 21 (cotas en cm)	113
Figura 69. Ubicación del Tramo #22: Circunvalación tramo reciclado	115



Figura 70. Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 22 (cotas en cm).....	116
Figura 71. Ubicación del Tramo #23: Tamarindo	117
Figura 72. Ubicación del Tramo #24: Cahuita - Penhurst	118
Figura 73. Espesores del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 24 (cotas en cm) 119	
Figura 74. Ubicación del Tramo #25: San Clemente - Bananito Sur	121
Figura 75. Espesores del pavimento realizado el 25 de setiembre del 2014 para el Tramo 25 (cotas en cm) 122	
Figura 76. Espesores de pavimento realizado el 10 de julio de 2019 para el Tramo 25 (cotas en cm)	122
Figura 77. Ubicación del Tramo #26: Abundancia – Florencia	124
Figura 78. Espesores del pavimento para el Tramo 26 (cotas en cm)	125
Figura 79. Curva granulométrica material de subrasante (suelo)	126
Figura 80. Curva granulométrica material de subrasante (préstamo)	127
Figura 81. Curva granulométrica material de subbase	128
Figura 82. Deflectometría Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas	133
Figura 83. Deflectometría Tramo #2 Quepos-Barú.....	134
Figura 84. Deflectometría Tramo #3 Moravia-Coronado.....	135
Figura 85. Deflectometría Tramo #4 Cartago-Paraíso	136
Figura 86. Deflectometría Tramo #5 Barú-Piñuela	137
Figura 87. Deflectometría Tramo #6 Jacó-Orotina.....	138
Figura 88. Deflectometría Tramo #7 Interamericana-Caldera.....	139
Figura 89. Deflectometría Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo.....	140
Figura 90. Deflectometría Tramo #9 Guácimo-Pocora	141
Figura 91. Deflectometría Tramo #10 Limón-Siquirres.....	142
Figura 92. Deflectometría Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos.....	143
Figura 93. Deflectometría Tramo #12 Santa Cruz-Nambí	144
Figura 94. Deflectometría Tramo #13 Cot-Volcán Irazú	145
Figura 95. Deflectometría Tramo #14 Buenos Aires-Cajón.....	146
Figura 96. Deflectometría Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento.....	147
Figura 97. Deflectometría Tramo #16 Florencia-Santa Clara	148
Figura 98. Deflectometría Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas	149
Figura 99. Deflectometría Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas	150
Figura 100. Deflectometría Tramo #19 Carrillo-Lajas.....	151
Figura 101. Deflectometría Tramo #20 Cañas-Liberia.....	152
Figura 102. Deflectometría Tramo #21 La República-Virilla	153
Figura 103. Deflectometría Tramo #22 Circunvalación.....	154
Figura 104. Deflectometría Tramo #23 Tamarindo.....	155
Figura 105. Deflectometría Tramo #24 Cahuita-Penhurst	156



Figura 106. Deflectometría Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur.....	157
Figura 107. Deflectometría Tramo #26 La Abundancia - Florencia	158
Figura 108. Índice de regularidad superficial Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas.....	161
Figura 109. Índice de regularidad superficial Tramo #2 Quepos-Barú	162
Figura 110. Índice de regularidad superficial Tramo #3 Moravia-Coronado.....	162
Figura 111. Índice de regularidad superficial Tramo #4 Cartago-Paraíso.....	163
Figura 112. Índice de regularidad superficial Tramo #5 Barú-Piñuela	163
Figura 113. Índice de regularidad superficial Tramo #6 Jacó-Orotina.....	164
Figura 114. Índice de regularidad superficial Tramo #7 Interamericana-Caldera.....	164
Figura 115. Índice de regularidad superficial Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo	165
Figura 116. Índice de regularidad superficial Tramo #9 Guácimo-Pocora	165
Figura 117. Índice de regularidad superficial Tramo #10 Limón-Siquirres	166
Figura 118. Índice de regularidad superficial Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos	166
Figura 119. Índice de regularidad superficial Tramo #12 Santa Cruz-Nambí.....	167
Figura 120. Índice de regularidad superficial Tramo #13 Cot-Volcán Irazú.....	167
Figura 121. Índice de regularidad superficial Tramo #14 Buenos Aires-Cajón	168
Figura 122. Índice de regularidad superficial Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento	168
Figura 123. Índice de regularidad superficial Tramo #16 Florencia-Santa Clara.....	170
Figura 124. Índice de regularidad superficial Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas.....	170
Figura 125. Índice de regularidad superficial Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas.....	171
Figura 126. Índice de regularidad superficial Tramo #19 Carrillo-Lajas	171
Figura 127. Índice de regularidad superficial Tramo #20 Cañas-Liberia.....	172
Figura 128. Índice de regularidad superficial Tramo #21 La República-Virilla	172
Figura 129. Índice de regularidad superficial Tramo #22 Circunvalación	173
Figura 130. Índice de regularidad superficial Tramo #23 Tamarindo	173
Figura 131. Índice de regularidad superficial Tramo #24 Cahuita-Penhurst.....	174
Figura 132. Índice de regularidad superficial Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur	174
Figura 133. Índice de regularidad superficial Tramo #26 La Abundancia - Florencia.....	175
Figura 134. Índice de condición presente del Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas	178
Figura 135. Índice de condición presente del Tramo #2 Quepos-Barú	179
Figura 136. Índice de condición presente del Tramo #3 Moravia-Coronado	179
Figura 137. Índice de condición presente del Tramo #4 Cartago-Paraíso.....	180
Figura 138. Índice de condición presente del Tramo #5 Barú-Piñuela.....	180
Figura 139. Índice de condición presente del Tramo #6 Jacó-Orotina	181
Figura 140. Índice de condición presente del Tramo #7 Interamericana-Caldera	181
Figura 141. Índice de condición presente del Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo	182



Figura 142. Índice de condición presente del Tramo #9 Guácimo-Pocora.....	182
Figura 143. Índice de condición presente del Tramo #10 Limón-Siquirres	183
Figura 144. Índice de condición presente del Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos	183
Figura 145. Índice de condición presente del Tramo #12 Santa Cruz-Nambí.....	184
Figura 146. Índice de condición presente del Tramo #13 Cot-Volcán-Irazú.....	184
Figura 147. Índice de condición presente del Tramo #14 Buenos Aires-Cajón	185
Figura 148. Índice de condición presente del Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento	185
Figura 149. Índice de condición presente del Tramo #16 Florencia-Santa Clara.....	186
Figura 150. Índice de condición presente del Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas.....	186
Figura 151. Índice de condición presente del Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas	187
Figura 152. Índice de condición presente del Tramo #19 Carrillo-Lajas	187
Figura 153. Índice de condición presente del Tramo #20 Cañas-Liberia.....	188
Figura 154. Índice de condición presente del Tramo #21 La República-Virilla.....	188
Figura 155. Índice de condición presente del Tramo #22 Circunvalación	189
Figura 156. Índice de condición presente del Tramo #23 Tamarindo	189
Figura 157. Índice de condición presente del Tramo #24 Cahuita-Penhurst.....	190
Figura 158. Índice de condición presente del Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur	190
Figura 159. Índice de condición presente del Tramo #26 Abundancia-Florencia	191
Figura 160. Índice de agarre (fricción) del Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas.....	194
Figura 161. Índice de agarre (fricción) del Tramo #2 Quepos-Barú	194
Figura 162. Índice de agarre (fricción) del Tramo #3 Moravia-Coronado.....	195
Figura 163. Índice de agarre (fricción) del Tramo #4 Cartago-Paraíso.....	195
Figura 164. Índice de agarre (fricción) del Tramo #5 Barú-Piñuela	196
Figura 165. Índice de agarre (fricción) del Tramo #6 Jacó-Orotina.....	196
Figura 166. Índice de agarre (fricción) del Tramo #7 Interamericana-Caldera.....	197
Figura 167. Índice de agarre (fricción) del Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo	197
Figura 168. Índice de agarre (fricción) del Tramo #9 Guácimo-Pocora.....	198
Figura 169. Índice de agarre (fricción) del Tramo #10 Limón-Siquirres	198
Figura 170. Índice de agarre (fricción) del Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos	199
Figura 171. Índice de agarre (fricción) del Tramo #12 Santa Cruz-Nambí.....	199
Figura 172. Índice de agarre (fricción) del Tramo #13 Volcán Irazú - Cot.....	200
Figura 173. Índice de agarre (fricción) del Tramo #14 Buenos Aires-Cajón	200
Figura 174. Índice de agarre (fricción) del Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento	201
Figura 175. Índice de agarre (fricción) del Tramo #16 Florencia-Santa Clara.....	201
Figura 176. Índice de agarre (fricción) del Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas.....	202
Figura 177. Índice de agarre (fricción) del Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas.....	202



Figura 178. Índice de agarre (fricción) del Tramo #19 Carrillo-Lajas	203
Figura 179. Índice de agarre (fricción) del Tramo #20 Cañas-Liberia	203
Figura 180. Índice de agarre (fricción) del Tramo #21 La República-Virilla	204
Figura 181. Índice de agarre (fricción) del Tramo #22 Circunvalación	204
Figura 182. Índice de agarre (fricción) del Tramo #23 Tamarindo	205
Figura 183. Índice de agarre (fricción) del Tramo #24 Cahuita-Penhurst.....	205
Figura 184. Índice de agarre (fricción) del Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur	206
Figura 185. Índice de agarre (fricción) del Tramo #26 La Abundancia - Florencia.....	206



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Lista de tramos que forman parte del proyecto de DPLP</i>	18
Tabla 2. <i>Datos de tránsito promedio diario anual recopilados a la fecha para cada tramo</i>	20
Tabla 3. <i>Condición y desempeño del 2019</i>	22
Tabla 4. <i>Descripción del tramo Sabalito - Las Mellizas</i>	27
Tabla 5. <i>Ensayos realizados en el Tramo 1</i>	29
Tabla 6. <i>Resultados de Próctor para el Tramo 1</i>	29
Tabla 7. <i>Resultados de granulometría para el Tramo 1</i>	30
Tabla 8. <i>Resultados de CBR para el Tramo 1</i>	30
Tabla 9. <i>Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 1</i>	31
Tabla 10. <i>Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 1</i>	31
Tabla 11. <i>Descripción del tramo Quepos - Barú</i>	32
Tabla 12. <i>Ensayos realizados en el Tramo 2</i>	34
Tabla 13. <i>Resultados de Próctor para el Tramo 2</i>	34
Tabla 14. <i>Resultados de granulometría para el Tramo 2</i>	35
Tabla 15. <i>Resultados de CBR para el Tramo 2</i>	35
Tabla 16. <i>Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 2</i>	36
Tabla 17. <i>Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 2</i>	36
Tabla 18. <i>Descripción del tramo Moravia - Coronado</i>	37
Tabla 19. <i>Ensayos realizados en el Tramo 3</i>	39
Tabla 20. <i>Resultados de Próctor para el Tramo 3</i>	39
Tabla 21. <i>Resultados de granulometría para el Tramo 3</i>	40
Tabla 22. <i>Resultados de CBR para el Tramo 3</i>	40
Tabla 23. <i>Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 3</i>	40
Tabla 24. <i>Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 3</i>	41
Tabla 25. <i>Descripción del tramo Cartago - Paraíso</i>	42
Tabla 26. <i>Ensayos realizados en el Tramo 4</i>	44
Tabla 27. <i>Resultados de Próctor para el Tramo 4</i>	44
Tabla 28. <i>Resultados de granulometría para el Tramo 4</i>	45
Tabla 29. <i>Resultados de CBR para el Tramo 4</i>	45
Tabla 30. <i>Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 4</i>	45
Tabla 31. <i>Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 4</i>	46
Tabla 32. <i>Descripción del tramo Barú - Piñuela</i>	47
Tabla 33. <i>Ensayos realizados en el Tramo 5</i>	49
Tabla 34. <i>Resultados de granulometría para el Tramo 5</i>	49



Tabla 35. Resultados de CBR para el Tramo 5	50
Tabla 36. Resultados de contenido de agua y de asfalto para el Tramo 5	50
Tabla 37. Descripción del tramo Jacó - Orotina	51
Tabla 38. Ensayos realizados en el Tramo 6	53
Tabla 39. Resultados de granulometría para el Tramo 6	54
Tabla 40. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 6	54
Tabla 41. Resultados de Próctor para el Tramo 6.....	55
Tabla 42. Descripción del tramo Interamericana - Caldera	56
Tabla 43. Ensayos realizados en el Tramo 7	58
Tabla 44. Resultados de granulometría para el Tramo 7	59
Tabla 45. Resultados de CBR para el Tramo 7	59
Tabla 46. Resultado de contenido de agua y asfalto para el Tramo 7.....	59
Tabla 47. Descripción del tramo Los Ángeles - Santo Domingo	60
Tabla 48. Ensayos realizados en el Tramo 8	62
Tabla 49. Resultados de granulometría para el Tramo 8	62
Tabla 50. Resultados de CBR para el Tramo 8	62
Tabla 51. Descripción del tramo Guácimo - Pocora.....	63
Tabla 52. Ensayos realizados en el Tramo 9	64
Tabla 53. Resultados de granulometría para el Tramo 9	65
Tabla 54. Resultados de CBR para el Tramo 9	65
Tabla 55. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 9	66
Tabla 56. Descripción del tramo Limón - Siquirres	67
Tabla 57. Ensayos realizados en el Tramo 10	68
Tabla 58. Resultados de granulometría para el Tramo 10	69
Tabla 59. Resultados de CBR para el Tramo 10	69
Tabla 60. Descripción del tramo Playa Hermosa - Esterillos	70
Tabla 61. Ensayos realizados en el Tramo 11	72
Tabla 62. Resultados de granulometría para el Tramo 11	73
Tabla 63. Resultados de CBR para el Tramo 11	73
Tabla 64. Resultados de Límites de Atterberg Tramo 11.....	73
Tabla 65. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 11	73
Tabla 66. Descripción del tramo Santa Cruz – Nambí	74
Tabla 67. Ensayos realizados en el Tramo 12	76
Tabla 68. Resultados de granulometría para el Tramo 12	76
Tabla 69. Resultados de CBR para el Tramo 12	77
Tabla 70. Descripción del tramo Cot - Volcán Irazú.....	78



Tabla 71. Resultados para el Tramo 13.....	80
Tabla 72. Resultados de granulometría para el Tramo 13.....	81
Tabla 73. Resultados de CBR para el Tramo 13.....	81
Tabla 74. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 13.....	82
Tabla 75. Descripción del tramo Buenos Aires - Cajón.....	83
Tabla 76. Ensayos realizados para el Tramo 14.....	86
Tabla 77. Resultados de Próctor para el Tramo 14.....	86
Tabla 78. Resultados de granulometría para el Tramo 14.....	87
Tabla 79. Resultados de CBR para el Tramo 14.....	87
Tabla 80. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 14.....	88
Tabla 81. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 14.....	88
Tabla 82. Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1243-14 del Tramo 14.....	88
Tabla 83. Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1245-14 del Tramo 14.....	88
Tabla 84. Descripción del tramo Pérez Zeledón - Río Convento.....	89
Tabla 85. Ensayos realizados para el Tramo 15.....	91
Tabla 86. Resultados de granulometría para el Tramo 15.....	92
Tabla 87. Descripción del tramo Florencia - Santa Clara.....	93
Tabla 88. Ensayos realizados en el Tramo 16.....	95
Tabla 89. Resultados de Próctor para el Tramo 16.....	95
Tabla 90. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 16.....	95
Tabla 91. Descripción del tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas.....	96
Tabla 92. Ensayos realizados en el Tramo 17.....	98
Tabla 93. Resultados de granulometría para el Tramo 17.....	99
Tabla 94. Resultados de Próctor para el Tramo 17.....	99
Tabla 95. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 17.....	100
Tabla 96. Descripción del tramo Liberia - Peñas Blancas.....	101
Tabla 97. Ensayos realizados en el Tramo 18.....	102
Tabla 98. Resultados de granulometría para el Tramo 18.....	103
Tabla 99. Resultados de Próctor para el Tramo 18.....	103
Tabla 100. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 18.....	104
Tabla 101. Descripción del tramo Carrillo - Lajas.....	105
Tabla 102. Ensayos realizados en el Tramo 19.....	106
Tabla 103. Resultados de granulometría para el Tramo 19.....	106
Tabla 104. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 19.....	107



Tabla 105. Descripción del tramo Cañas - Liberia	108
Tabla 106. Ensayos realizados en el Tramo 20	109
Tabla 107. Resultados de Próctor para el Tramo 20.....	109
Tabla 108. Resultados de granulometría para el Tramo 20	110
Tabla 109. Resultados de CBR para el Tramo 20	111
Tabla 110. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 20	111
Tabla 111. Descripción del tramo La República - Virilla	112
Tabla 112. Ensayos realizados en el Tramo 21	113
Tabla 113. Resultados de Próctor para el Tramo 21.....	113
Tabla 114. Resultados de granulometría para el Tramo 21	114
Tabla 115. Resultados de CBR para el Tramo 21	114
Tabla 116. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 21	114
Tabla 117. Descripción del tramo de circunvalación tramo reciclado	115
Tabla 118. Descripción del tramo Tamarindo.....	117
Tabla 119. Descripción del tramo Cahuita - Penhurst	118
Tabla 120. Ensayos realizados en el Tramo 24	119
Tabla 121. Resultados de Próctor para el Tramo 24.....	119
Tabla 122. Resultados de granulometría para el Tramo 24	120
Tabla 123. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 24	120
Tabla 124. Descripción del tramo San Clemente - Bananito Sur	121
Tabla 125. Ensayos realizados en el Tramo 25	122
Tabla 126. Resultados de granulometría para el Tramo 25	122
Tabla 127. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 25	123
Tabla 128. Descripción del tramo	124
Tabla 129. Ensayos realizados en el Tramo 26	125
Tabla 130. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 26	125
Tabla 131. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados al subrasante (suelo)	125
Tabla 132. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (préstamo)	126
Tabla 133. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados al subbase	127
Tabla 134. Resumen de deflectometría por tramo	129
Tabla 135. Resumen de deflectometría por sentido	130
Tabla 136. Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD	130
Tabla 137. Resumen de áreas promedio por tramo	131
Tabla 138. Resumen de áreas promedio por sentido	132
Tabla 139. Resumen de regularidad superficial por tramo años 2004-2012	159
Tabla 140. Resumen de regularidad superficial por tramo años 2015-2019	160



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Tabla 141. <i>Resumen de regularidad superficial por sentido para años 2015-2019</i>	160
Tabla 142. <i>Rangos de clasificación de regularidad superficial (IRI) para pavimentos flexibles</i>	161
Tabla 143. <i>Resumen de auscultación visual por tramo</i>	176
Tabla 144. <i>Proyecciones de auscultación visual por tramo con base a la ecuación 1</i>	177
Tabla 145. <i>Resumen de fricción superficial por tramo</i>	192
Tabla 146. <i>Resumen de fricción superficial por sentido</i>	193
Tabla 147. <i>Clasificación internacional del pavimento según el GN</i>	193



1 INTRODUCCIÓN

El programa de Desempeño de Pavimentos a Largo Plazo de Costa Rica (DPLP-CR) que ha venido desarrollando el Programa de Infraestructura y Transporte, Pitra, del LanammeUCR, en algunas secciones desde el año 2014, se busca desarrollar un modelo similar al desarrollado exitosamente en los Estados Unidos y Canadá. El proyecto pretende profundizar en el análisis y conocimiento del comportamiento de los pavimentos construidos en Costa Rica, al darles un seguimiento a lo largo de los años. Para esto se busca abarcar la mayor cantidad de secciones de carretera bajo distintas condiciones de demanda (clima, tráfico, materiales y estructuras) y realizar un análisis con un alto nivel de detalle de los tramos seleccionados.

Para esta fecha se han evaluado 26 secciones de pruebas, en este informe se incluye información y análisis de resultados de, ya sea subrasante, subbase o base, de densidad por medio Proctor Estándar y Proctor Modificado, resistencia al corte por medio del ensayo CBR, granulometría, límites de Atterberg, módulos de resiliencia MR, así como el resumen de la caracterización física y mecánica de las diversas capas que conforman la estructura del pavimento de cada sección estudiada. De igual forma, se presenta el análisis de deflectometría, la regularidad superficial y el Índice de Regularidad Internacional (IRI), auscultación visual para determinar el Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés), y fricción superficial para clasificación del pavimento según el Grip Number (GN), de los tramos evaluados a lo largo y ancho del país.

Con toda la anterior información se actualizan al año 2019, los espesores de los paquetes estructurales, las gráficas para las variables de PCI, IRI, FWD y GRIP, se determina el desempeño de pavimentos y proyecciones de PCI preliminares, según modelo de predicción empírico en proceso de calibración, con base en los datos recolectados.

Finalmente, se agradece de forma especial a los estudiantes Fabricio Murillo Quesada, Santiago Tautiva Ibanñez y Jordy Borbón Angulo en su calidad de asistentes, por su valiosa Participación en el desarrollo de este informe.



2 DESCRIPCIÓN – CONTEXTO DEL PROYECTO EN COSTA RICA

Los programas de Desempeño de Pavimentos a Largo Plazo (LTPP, por sus siglas en inglés), desarrollados principalmente en Estados Unidos y Canadá, han estudiado el comportamiento de diferentes secciones de pavimento en el tiempo; abarcando más de 2500 secciones de prueba en pavimentos (flexibles y rígidos) (FHWA, 2017).

Dentro de los parámetros a analizar se incluyen: auscultación visual (ASTM D6433), tráfico vehicular de la zona, clima, espesores de las capas que componen la estructura de pavimento y la caracterización de sus materiales, así como ensayos de desempeño como: deflectometría de impacto (FWD, según ASTM D4694), índice de regularidad (IRI, según ASTM E950), fricción por medio del *GRIP Number* (BS: 7941-2:2000). Sin embargo, para el caso de pavimentos nuevos que a futuro puedan ser incorporados al proyecto, dado que es a largo plazo, también se plantea la posibilidad de instalar instrumentación para el monitoreo de respuestas en sitio (temperatura del pavimento, deformaciones unitarias, presión estática).

Dichas secciones se clasifican dentro de los estudios de tipo general, al ser pavimentos construidos sobre carreteras en servicio (diseñadas por la administración, MOPT) y con parámetros no controlados, por lo que podrían complementarse con datos de estudios específicos, como las secciones generadas en el laboratorio PaveLab y ensayadas con el HVS, siendo estas, tramos con parámetros controlados. También se evaluará conforme avance el proyecto, la posibilidad de recolectar información adicional e instrumentación de proyectos nuevos cuando esto fuera posible.

3 OBJETIVO DE ESTE INFORME

Describir el contexto y el estado de avance del programa DPLP en Costa Rica; así como los diferentes resultados obtenidos en los tramos que constituyen el estudio para evaluar el desempeño de diferentes pavimentos a largo plazo.

4 PRODUCTOS ESPERADOS

La implementación del programa DPLP como parte de la investigación realizada por el LanammeUCR, permitirá la recolección de valiosa información complementaria a la existente de otras investigaciones. De manera que enfocándose en el seguimiento detallado de los deterioros que presenten las estructuras de pavimento, así como en la toma de muestras y ejecución de ensayos de

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 16 de 206
--------------------------------	-------------	------------------



laboratorio complementarios; se pueda tener un panorama amplio de las características y desempeño de los diferentes tramos.

El principal producto de este proceso de recolección de información y estudio será una robusta base de datos que sintetice la información para cada uno de los tramos a los que se le da seguimiento.

Con la información recolectada a través de los años, se colaborará con el desarrollo e implementación de importantes herramientas para el diseño de pavimentos que van desde adaptar conceptos de diseño de materiales de otros países, hasta el desarrollo de métodos de diseño propios de Costa Rica.

5 AVANCE DEL PROYECTO

A continuación, se busca complementar el informe LM-PI-UIIT-114-P, del mes de mayo del 2019, al incluir la información recolectada y procesada a través del año 2019 y en donde se realizó un reprocesamiento de información recolectada en los últimos años por el LanammeUCR, con el fin de mejorar la precisión de los datos. Entre las revisiones realizadas se encuentran:

- Validación de geográfica de los sitios.
- Mejoras en el ajuste por temperatura para la deflexión central.
- Ajuste geoespacial para las mediciones de IRI y GRIP para ajustar al largo del tramo.
- Generación de nuevas bases datos con la información resumen para cada indicador.
- Nuevos mapas para identificación de los sitios seleccionados.
- Recopilación de informes de laboratorio para los tramos seleccionados.
- Actualización de espesores de los paquetes estructurales al año 2019.
- Actualización de gráficas para las variables de PCI, IRI, FWD y GRIP.
- Proyecciones de PCI según modelo de predicción empírico en proceso de calibración, con base en los datos recolectados

Cada tramo evaluado consta de una longitud de 100 m. En la siguiente tabla se muestran las secciones de estudio, con la respectiva ruta, sección y ubicación correspondiente:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 17 de 206
--------------------------------	-------------	------------------



Tabla 1. Lista de tramos que forman parte del proyecto de DPLP

	Tramo	Ruta	Provincia	Cantón	Distrito	Sección Control
1	Sabalito - Las Mellizas	613	Puntarenas	Coto Brus	Sabalito	60311
2	Quepos - Barú	34	Puntarenas	Aguirre	Quepos	60111
3	Moravia - Coronado	102	San José	Vázquez de Coronado	Patalillo	10390
4	Cartago - Paraíso	10	Cartago	Paraíso	Paraíso	30021
5	Barú - Piñuela	34	Puntarenas	Osa	Bahía Ballena	60091
6	Jacó - Orotina	34	Alajuela	Orotina	Coyolar	21300
7	Interamericana - Caldera	23	Puntarenas	Puntarenas	Chacarita-Barranca	60610
8	Los Ángeles - Santo Domingo	116	Heredia	Santo Domingo	Tures	40252
9	Guácimo - Pocora	32	Limón	Guácimo	Mercedes	70141
10	Limón - Siquirres	32	Limón	Siquirres	Pacuarito	70090
11	Playa Hermosa - Esterillos	34	Puntarenas	Garabito	Jacó	60140
12	Santa Cruz - Nambí	21	Guanacaste	Santa Cruz	Santa Cruz	50120
13	Cot - Volcán Irazú	219	Cartago	Oreamuno	Potrero Grande	30250
14	Buenos Aires - Cajón	2	Puntarenas	Buenos Aires	Volcán	60060
15	Pérez Zeledón - Río Convento	2	San José	Pérez Zeledón	Daniel Flores	10002
16	Florencia - Santa Clara	141	Alajuela	San Carlos	Florencia	20681
17	Ciudad Neilly - Paso Canoas	2	Puntarenas	Corredores	Corredores	60001
18	Liberia - Peñas Blancas	1	Guanacaste	Liberia-La Cruz	Santa Elena	50050
19	Carrillo - Lajas	160	Guanacaste	Hojancha	Puerto Carrillo	50460
20	Cañas - Liberia	1	Guanacaste	Bagaces	Bagaces	51120
21	La República - Virilla	32	San José	Goicoechea	Calle Blancos	19011
22	Circunvalación Tramo Reciclado	39	San José	San José	Mata Redonda	19093
23	Tamarindo	-	Guanacaste	Santa Cruz	Tamarindo	50261
24	Cahuita - Penhurst	36	Limón	Talamanca	Cahuita	70030
25	San Clemente - Bananito Sur	36	Limón	Limón	Matama	70040
26	La Abundancia - Florencia	35	Alajuela	San Carlos	Florencia	-

Las secciones propuestas han sido seleccionadas con base en la escogencia de sitios que por su ubicación tengan diferentes condiciones climáticas, geológicas (latitud, longitud y elevación) y que, debido a la cantidad de tráfico y la composición de este, transiten diferentes cantidades de ESALS anuales. En la Figura 1 se muestra un mapa general de Costa Rica con la ubicación de los tramos.

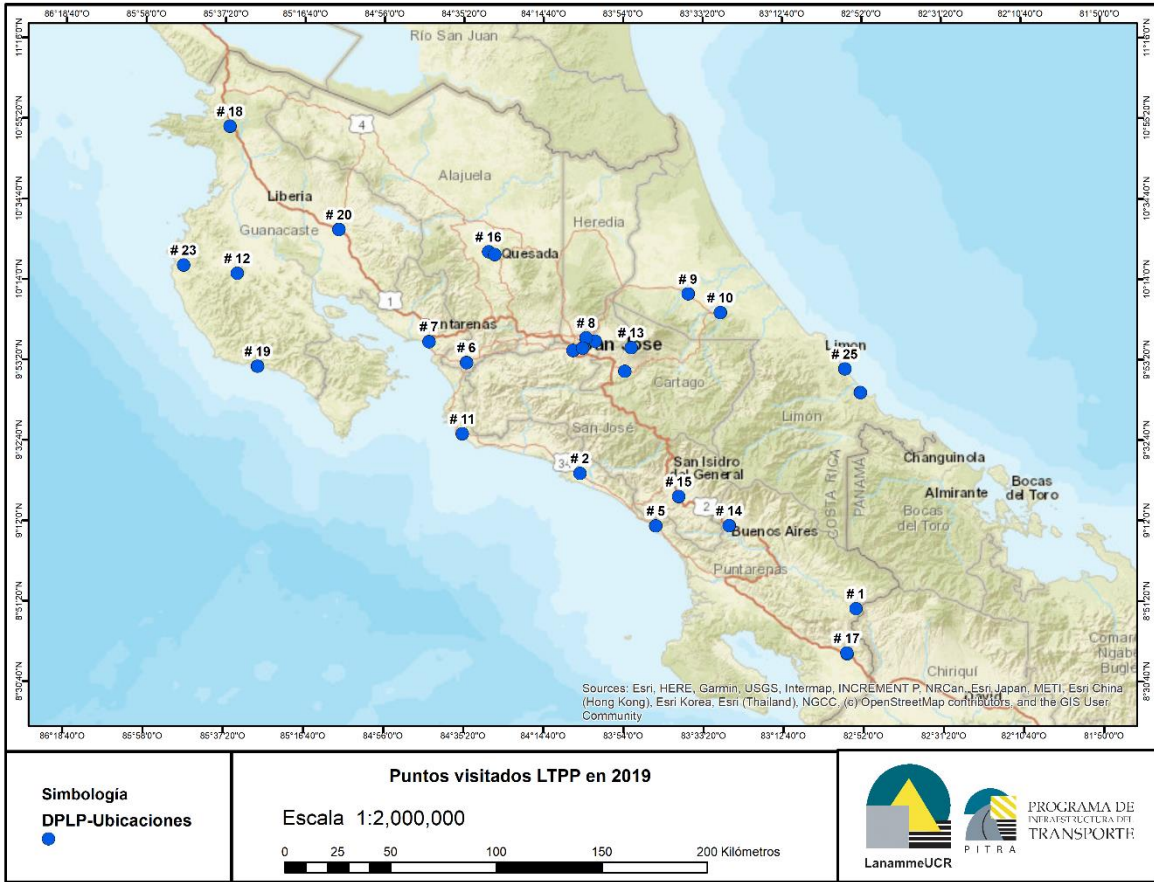


Figura 1 Mapa de Costa Rica con la ubicación de los tramos 1 a 26 del proyecto DPLP

En el Anexo A se muestran las ubicaciones georeferenciadas de los tramos 1 al 26 junto con la descripción de sus características generales. También es importante mencionar que los tramos 20 y 26 cuentan con instrumentación en sitio, con el objetivo de registrar respuestas en estructuras de pavimento rígido y flexible, esto será ampliado en detalle en próximos informes.

5.1 Ensayos y pruebas

5.1.1 Tránsito

En la Tabla 2 se muestran los datos de tránsito promedio diario anual (TPDA) de los tramos de LTPP recolectados a la fecha, de acuerdo con la información aportada por la Secretaría de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Para el Tramo 19 se proyecta colocar un contador para el registro de la información.



Tabla 2. Datos de tránsito promedio diario anual recopilados a la fecha para cada tramo

Tramo		Año	TPDA	Tramo		Año	TPDA		
1	Sabalito - Las Mellizas	2015	499	13	Cot - Volcán Irazú	2009	2085		
						2015	2300		
2	Quepos - Barú	2006	2542	14	Buenos Aires - Cajón	2013	1770		
		2011	3690			15	Pérez Zeledón - Río Convento	2005	6535
		2015	7569					2007	7538
3	Moravia - Coronado	2015	22217	16	Florencia - Santa Clara	2013	9805		
4	Cartago - Paraíso	2005	13579			2007	4644		
		2006	13201			2013	6697		
		2008	12654			2016	14325		
5	Barú - Piñuela	2011	3918	17	Ciudad Neilly - Paso Canoas	2007	6575		
		2017	5065			2006	4563		
6	Jacó - Orotina	2006	7563	18	Liberia - Peñas Blancas	2010	6337		
		2009	6918			2015	6176		
		2011	9119			2004	1969		
		2015	10843			2009	3615		
7	Interamericana - Caldera	2005	7933	19	Carrillo - Lajas	2015	3328		
		2006	8330			20	Cañas - Liberia	-	-
		2009	11530			21	La República - Virilla	2015	7883
		2012	15461					2006	33436
		2015	19794					2017	35483
8	Los Ángeles - Santo Domingo	2005	5527	22	Circunvalación Tramo Reciclado	2018	48463		
		2007	5944	23	Tamarindo	2005	1365		
		2015	9470			2010	1200		
9	Guácimo - Pocora	2004	7898	24	Cahuita - Penhurst	2015	4580		
		2005	6585			2007	1776		
		2008	9267			2017	3440		



		2015	11943		25	San Clemente - Bananito	2007	2068
10	Limón - Siquirres	2015	8946			Sur	2017	4509
11	Playa Hermosa - Esterillos	2011	7835		26	Abundancia - Florencia	2020	N/A
		2017	12057					
12	Santa Cruz - Nambí	2005	3707					
		2006	4234					
		2010	6081					
		2015	7386					

5.1.2 Materiales

La estructura de pavimento se divide en diferentes capas y para tener una caracterización completa de la estructura es necesario realizar la caracterización de los materiales que componen cada capa. En el caso de los pavimentos se debe hacer una caracterización de la carpeta asfáltica, base, subbase y la subrasante. Para esto se revisaron los históricos de calicatas en los tramos, y en el caso de sobre capas se extraen núcleos de mezcla asfáltica para verificar espesores. Los materiales de los tramos 1 al 26 fueron recopilados y adjuntados en el Anexo A.

5.1.3 Resultados de la Evaluación del Desempeño

Para evaluar el desempeño se valoraron los siguientes aspectos:

- **Deflectometría de impacto (FWD, por sus siglas en inglés)**

Se realizó el ensayo de deflectometría de impacto en los tramos que se encuentran en servicio actualmente (del Tramo 1 al 26). En el Anexo B se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo al visualizarlo contra la deflexión medida bajo el geófono cero (d_0 , bajo plato de carga) y el geófono 9 (d_9 , el más alejado del plato de carga). Estos registros se realizan una vez por año, con el objetivo de recopilar información que permita realizar un cruce de variables en el tiempo.

- **Índice de regularidad superficial (IRI)**

Se realizó el ensayo de IRI en los tramos que se encuentran en servicio actualmente (del Tramo 1 al 26). En el Anexo C se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo. De la misma manera este consta de un registro anual, con mediciones reportadas cada 10 m en ambos sentidos de

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 21 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

circulación. Es importante aclarar que para la revisión de este informe se realizó una validación geoespacial, de los puntos medidos, para garantizar que los datos considerados dentro del registro son solo los que se encuentran dentro del tramo.

- **Auscultación Visual**

Se realizó un levantamiento de los deterioros observados en cada uno de los tramos que se encuentran en servicio actualmente (del Tramo 1 al 26), este levantamiento se realiza de forma manual en cada tramo y para ello se consideran 3 unidades de muestreo en cada tramo con un área promedio de 240 m², siguiendo el protocolo de medición de la norma ASTM D6433 (ASTM, 2018) y el Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MOPT, 2016). En el Anexo D se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo, utilizando el Índice de condición presente PCI.

- **Fricción superficial (GRIP, por sus siglas en inglés)**

Se realizó un levantamiento de la fricción superficial en los tramos que de acuerdo con el método de ensayo permiten su medición o sea se mide sólo en aquello tramo donde el IRI menor a 4 m/km. En el Anexo E se muestra el comportamiento de los tramos a través del tiempo, utilizando los datos de GRIP.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos al 2019, para las diferentes variables medidas.

Tabla 3. Condición y desempeño del 2019

	Tramo	Ruta	FWD (mmx10 ⁻²)	IRI	PCI	GRIP
1	Sabalito - Las Mellizas	613	24,41	2,81	77	0,45
2	Quepos - Barú	34	15,77	1,99	85	0,54
3	Moravia - Coronado	102	49,56	3,91	-	0,54
4	Cartago - Paraíso	10	10,06	3,24	90	0,54
5	Barú - Piñuela	34	18,36	1,73	85	0,47
6	Jacó - Orotina	34	23,67	2,18	38	0,34
7	Interamericana - Caldera	23	15,15	1,63	-	0,30
8	Los Ángeles - Santo Domingo	116	13,20	3,55	-	0,60
9	Guácimo - Pocora	32	29,49	1,54	90	0,59
10	Limón - Siquirres	32	31,71	1,71	63	0,71
11	Playa Hermosa - Esterillos	34	8,50	1,85	99	0,53
12	Santa Cruz - Nambí	21	24,08	1,34	98	0,30



	Tramo	Ruta	FWD (mmx10 ⁻²)	IRI	PCI	GRIP
13	Cot - Volcán Irazú	219	57,38	2,57	100	0,64
14	Buenos Aires - Cajón	2	12,02	1,48	95	0,31
15	Pérez Zeledón - Río Convento	2	10,60	2,28	100	0,48
16	Florencia - Santa Clara	141	12,59	2,49	100	0,52
17	Ciudad Neilly - Paso Canoas	2	22,86	1,63	95	0,39
18	Liberia - Peñas Blancas	1	21,94	1,80	100	0,60
19	Carrillo - Lajas	160	25,02	1,77	85	0,23
20	Cañas - Liberia	1	7,67	3,48	91	0,73
21	La República - Virilla	32	16,98	1,26	-	0,46
22	Circunvalación Tramo Reciclado	39	27,23	1,82	-	0,56
23	Tamarindo	-	34,63	3,14	83	0,43
24	Cahuita - Penhurst	36	58,29	1,92	85	0,54
25	San Clemente - Bananito Sur	36	72,57	2,04	89	0,59
26	La Abundancia - Florencia	35	46,74	1,63	97	0,68

En la Tabla 3, se muestran los resultados resumen de la evaluación del 2019, donde se observan valores de PCI desde los 38 puntos (pavimento deteriorado) hasta los 100 (excelente estado), lo que brinda un buen margen de datos por analizar. También, se pueden observar en el caso del FWD (deflectometría de impacto) valores tan bajos como los 7 mmx10⁻², acordes a pavimentos rígidos, también valores cercanos a los 15-20mmx10⁻², relacionados a pavimentos semirrígidos en buena condición estructural y en términos generales valores relacionados con los tipos de pavimentos a los que se les da seguimiento (flexibles-semirrígidos y rígidos).

La variabilidad del estado (condición) de las rutas en las variables consideradas son una fuente valiosa de información, ya que permite disponer de datos en diferentes condiciones (nuevo-dañado), esto es requisito indispensable para poder realizar calibraciones. En los anexos B, C, D y E puede consultarse la información por con mayor detalle, así como la información de otros años de medición.

6 INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Costa Rica es un país con gran variedad de climas, litologías y condiciones topográficas, lo que genera que, en un territorio relativamente pequeño, se encuentre una gran variedad de suelos, algunos de ellos con condiciones geotécnicas que dificultan la construcción de cualquier tipo de infraestructura.



Por tanto, el conocimiento del tipo del suelo que funcionará como cimentación de un proyecto es de gran importancia para la ejecución de una carretera o cualquier otra obra civil. Para conocer adecuadamente la capacidad del suelo, se debe iniciar por identificar el tipo de suelo. Aunque un simple examen visual brinda información valiosa, se debe completar la caracterización con un examen más detallado de las propiedades del suelo, con el fin de identificar los problemas y deficiencias asociadas al mismo (UMP, 2014).

Es por lo anterior que se pretende generar una base de datos que contenga todos los parámetros necesarios para caracterizar de manera óptima un suelo, y que a la vez muestre la información técnica necesaria del mismo. Dicha información brindará más herramientas para analizar el desempeño de los tramos del proyecto del DPLP-CR

La Figura 2 muestra los 87 suelos que han sido muestreados a la fecha. El Informe LM-PI-UMP-046-R1, de Noviembre del 2014 resume la caracterización física de dichos materiales.

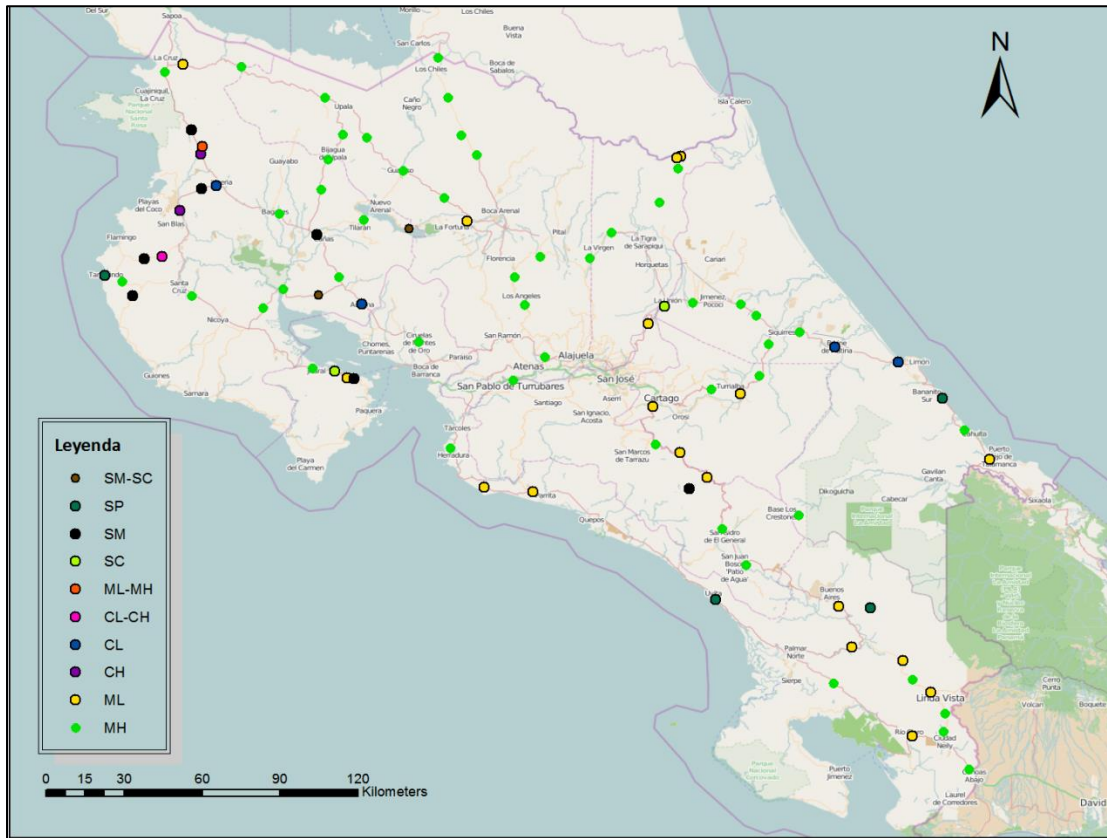


Figura 2. Distribución espacial de los tipos de suelo clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

6.1 Resultados por incluir en próximos informes

La recolección e interpretación de datos es una labor que continua de forma permanente, sin embargo, con base en la información recolectada en años anteriores se puede iniciar de forma escalonada con la fase 2 del proyecto, la cual consiste en realizar el análisis de resultados obtenidos y posibles relaciones entre variables. Algunos de los productos en los que se espera avanzar en próximos informes son los siguientes.

- Variación interanual del módulo resiliente de las capas del pavimento con base al concepto de retrocálculo de módulos a partir del ensayo del FWD.
- Caracterización climática con base a información suministrada por el IMN y estaciones meteorológicas compactas del LanammeUCR.



- Modelo matemático para relacionar las variables de FWD, IRI y PCI.
- Ajuste de curvas de PCI con datos del proyecto DPLP-CR.
- Base datos de deterioros superficiales producto de fatiga para los 26 tramos, para la corrección de modelos de deterioro.

7 REFERENCIAS

Arias, E. (2020, mayo). Monitoreo del desempeño de Pavimentos a Largo Plazo en Costa Rica, DPLP-CR (LM-PI-UIIT-114-P). LanammeUCR.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). AASHTO T 27 Standard Method of Test for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. Washington, D.C: AASHTO.

Federal Highway Administration (FHWA). 2017. *About Long-Term Pavement Performance*. Recuperado de <https://www.fhwa.dot.gov/research/tfhrc/programs/infrastructure/pavements/ltp/>

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP). 2014. *Informe de Avance Caracterización Físico-Química de los suelos de Costa Rica*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José.

Unidad de Materiales y Pavimentos (UMP). 2016. *Informe de Avance LTPP-CR 2016. LM-PI-UMP-043-R2*. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica. San Pedro, San José.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2016). *Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica*. San José: MOPT.

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. (2019). *Informe de Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica años 2018 - 2019* (pp. 19 - 30). San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. Recuperado de: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/1750/ERVN2018%20Firmado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 26 de 206
--------------------------------	-------------	------------------



ANEXO A: CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS

A.1 Tramo #1: Sabalito – Las mellizas

Tabla 4. Descripción del tramo Sabalito - Las Mellizas

Descripción del tramo	Sabalito - Las Mellizas
Provincia	Puntarenas
Cantón	Coto Brus
Distrito	Sabalito
Ruta	613
Punto de referencia GPS	8.826270, -82.898680
Altitud	980 msnm
Sección de control	60311
TPDA (2015)	499
Velocidad promedio de operación	20 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-2

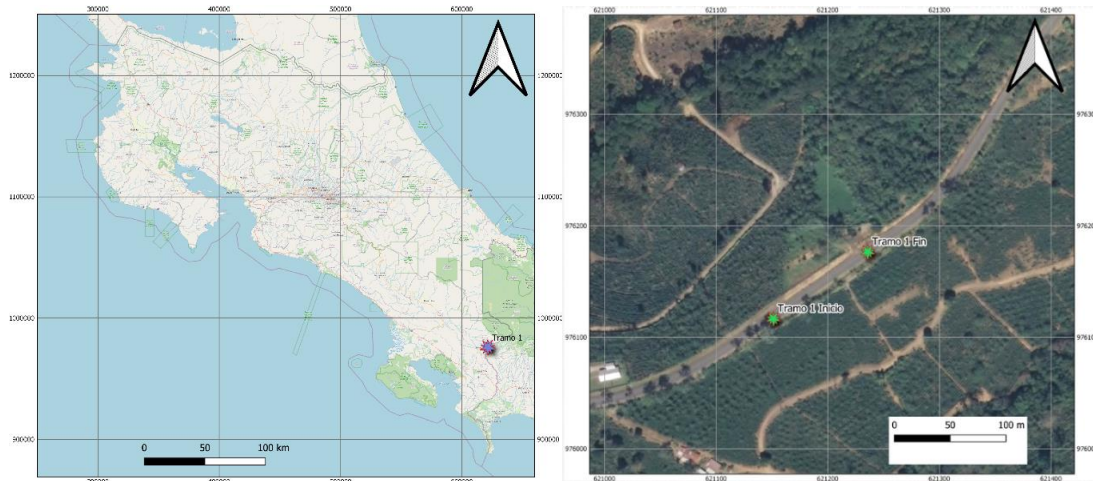


Figura 3. Ubicación del Tramo #1: Sabalito – Las Mellizas

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 03 de julio del 2013 y el día 03 de noviembre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, y 2019. Finalmente, en el

tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

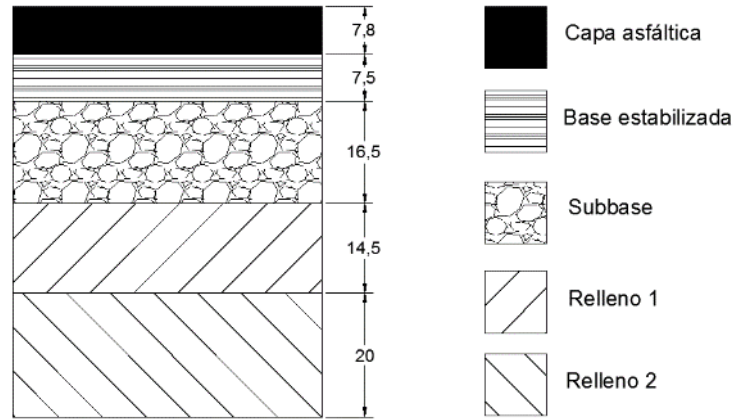


Figura 4. Espesor del pavimento realizado el 03 de julio del 2013 para el Tramo 1 (cotas en cm)

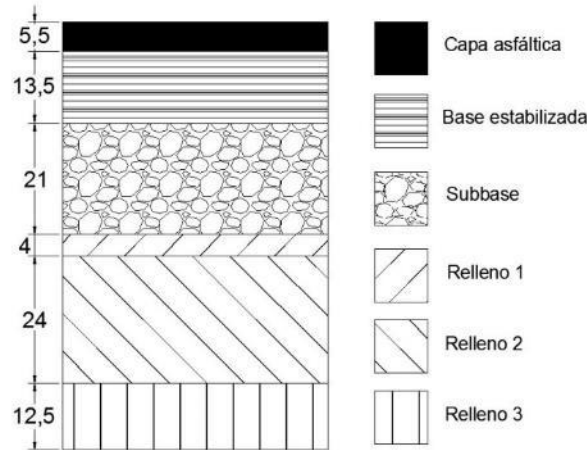


Figura 5. Espesor del pavimento realizado el 03 de noviembre del 2014 para el Tramo 1 (cotas en cm)



Tabla 5. Ensayos realizados en el Tramo 1

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo resiliencia
1590-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1591-13	Relleno 1		✓	✓		✓	✓	✓			
1592-13	Relleno 2		✓	✓		✓	✓	✓			
1593-13	Subrasante	✓	✓	✓		✓					
1594-13	Núcleos										
1595-13	Bloque						✓		✓	✓	

Tabla 6. Resultados de Próctor para el Tramo 1

Muestra	1590-13	1591-13	1592-13	1593-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	No	No	No	No
Contenido de agua óptimo	14,80%	18,80%	13,80%	35,50%
Densidad seca máxima estándar	1848,0 kg/m ³	1692,0 kg/m ³	1826,0 kg/m ³	1274,0 kg/m ³
Dosificación:				
Grueso	100 %	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C	C
Origen del material	-	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No	No



Tabla 7. Resultados de granulometría para el Tramo 1

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)				
	1590-13	1591-13	1592-13	1593-13	1595-13
2 1/2"	100	100			
2"	98,6	93	100	100	
1 1/2"	94,3	90,7	96,4	92	
1"	85,3	84,9	74,5	88	100±0,2
3/4"	78,7	81,4	64,8	86	91,8 ± 0,4
1/2"				83	82 ± 0,8
3/8"		74,1	47,6	81	72,9 ± 0,4
N° 4	58,7	68,1	41,0	77	47,4 ± 0,2
N° 8					29,6 ± 0,3
N° 10		63,8	36,1	70	
N° 16					18,7 ± 0,2
N° 20				64	
N° 30					13,4 ± 0,1
N° 40	36,8	52,5	26,0	58	
N° 50		49,3	23,1		10,24 ± 0,09
N° 60				50	
N° 100				39	8,1 ± 0,1
N° 140				32	
N° 200	20,1	37,9	13,9	25	6,53 ± 0,06
Lavado malla #200	40,5	73,6	34,7		

Tabla 8. Resultados de CBR para el Tramo 1

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1590-13	56	100	8,7	16,9	16,9	26,8
	25	96,6	30,5	28,6	32,5	29,5
	10	86,2	4,1	3,8	4,1	3,8
1591-13	56	101	20,5	29		
	25	94,5	15,4	15,4		
	10	89,2	6,8	5,8		
1592-13	56	101	15,7	26,1	23,7	30,4
	25	95,6	11,1	12,9	11,1	12,9
1593-13	56	99	10,3	20,3	23,8	25,6
	25	91,0	6,0	8,4	9,7	10,1
	10	84,9	1,3	1,9	1,3	1,9



Tabla 9. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 1

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1595-13	Contenido de agua	-	D 95	0,39 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,8 ± 0,3	%

Tabla 10. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 1

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1590-13	23	19	4
1591-13	28	23	5
1592-13	29	19	10
1593-13	NP	NP	NP



A.2 Tramo #2: Quepos – Barú

Tabla 11. Descripción del tramo Quepos - Barú

Descripción del tramo	Quepos - Barú
Provincia	Puntarenas
Cantón	Aguirre
Distrito	Quepos
Ruta	34
Punto de referencia GPS	9.408507, -84.086444
Altitud	21 msnm
Sección de control	60111
TPDA (2015)	7569
Velocidad promedio de operación	50 km/h
Zona Climática	Central Pacífica
Zona de conservación vial	3-2

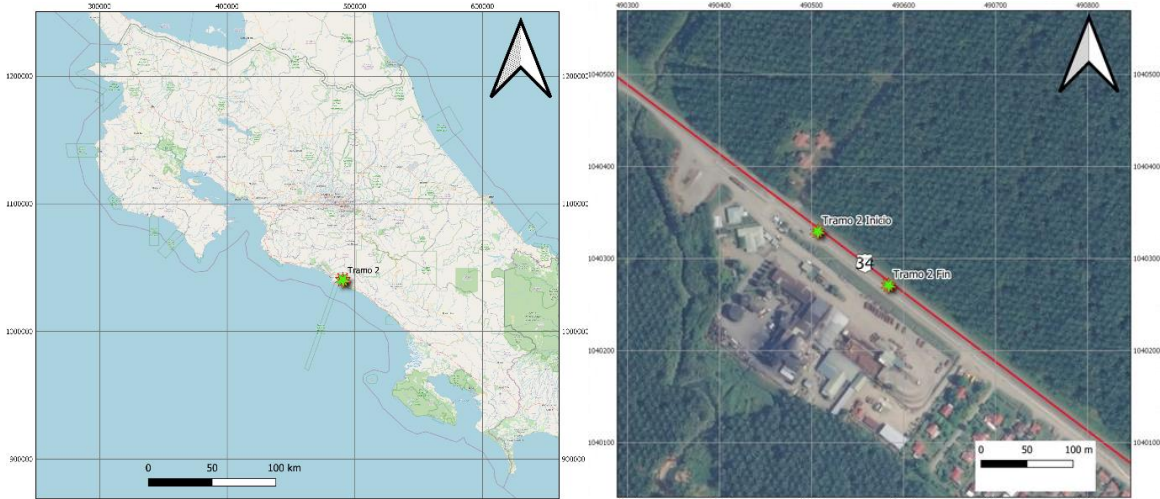


Figura 6. Ubicación del Tramo #2: Quepos - Barú

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 04 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018, y 2019. Finalmente, en el tramo se

realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

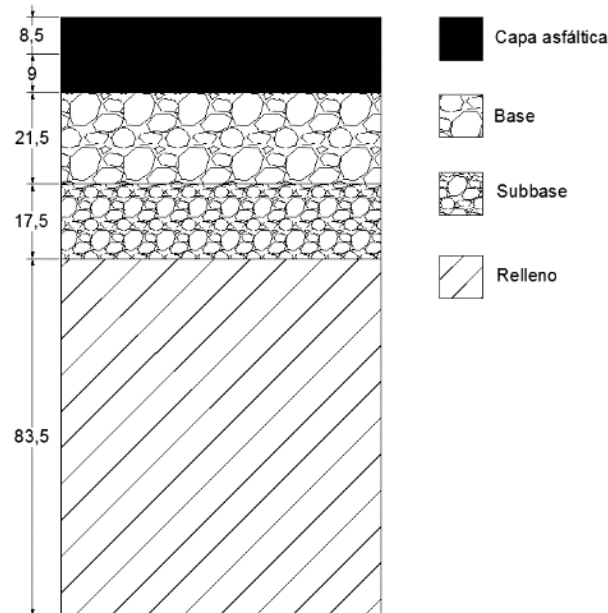


Figura 7. Espesor del pavimento realizado el 04 de julio del 2013 para el Tramo 2 (cotas en cm)

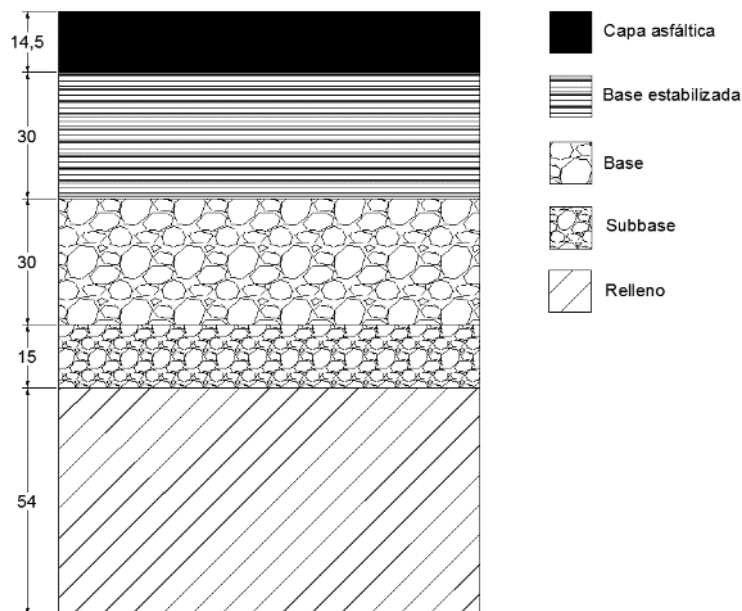


Figura 8. Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre del 2014 para el Tramo 2 (cotas en cm)

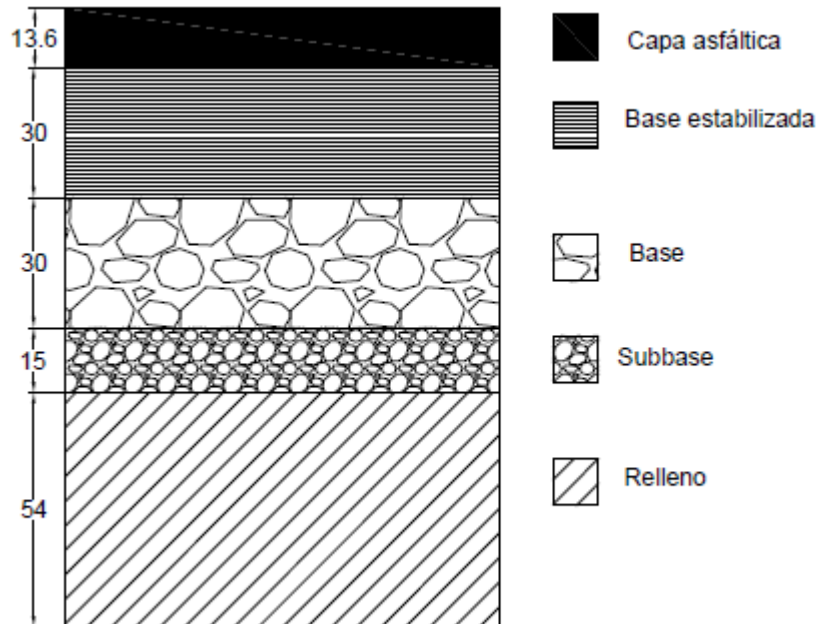


Figura 9. Espesor del pavimento realizado el 15 de julio del 2019 para el Tramo 2 (cotas en cm)

Tabla 12. Ensayos realizados en el Tramo 2

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1596-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1597-13	Relleno		✓	✓		✓	✓	✓			
1598-13	Base		✓		✓	✓	✓	✓			
1599-13	Bloque						✓		✓	✓	
1600-13	Núcleos										

Tabla 13. Resultados de Próctor para el Tramo 2

Muestra	1596-13	1597-13	1598-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	9,40%	10,60%	11,70%
Densidad seca máxima estándar	2115,0 kg/m ³	2094,0 kg/m ³	1802,0 kg/m ³
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-



Muestra	1596-13	1597-13	1598-13
Corrección sobre tamaño	No	No	No

Tabla 14. Resultados de granulometría para el Tramo 2

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1596-13	1597-13	1598-13	1599-13
2 1/2"		100		
2"		84,7		
1 1/2"	100	75,8	100,0	
1"	98,7	66,9	96,1	100,0 ± 0,2
3/4"	87,2	59,3	80,1	100,0 ± 0,2
1/2"				97,8 ± 0,5
3/8"	67,4	44,8	52,3	88 ± 1
N° 4	53,3	36	36,5	53,8 ± 0,3
N° 8				33,2 ± 0,7
N° 10	41,5	26,2	23,6	
N° 16				23,0 ± 0,4
N° 30				17,5 ± 0,3
N° 40	19,5	12,5	8,05	
N° 50	14,6	10,0	5,79	13,5 ± 0,2
N° 100				10,6 ± 0,1
N° 200	7,56	5,5	2,3	8,6 ± 0,3
Lavado malla #200	15,1	15,6	6,59	

Tabla 15. Resultados de CBR para el Tramo 2

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1596-13	56	99	34	56,1	54	65,6
	25	98,8	22,0	36,2	33,1	44,4
	10	95,1	17,7	25,1	17,7	25,1
1597-13	56	99	12,2	25,2		
	25	99,4	12,8	25,6		
	10	96,8	16,1	27,0		
1598-13	56	99	16,9	26,8	24,0	30,7
	25	95,6	14,2	20,1	14,2	20,1
	10	89,3	5,3	7,3	5,3	7,3



Tabla 16. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 2

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1599-13	Contenido de agua	-	D 95	0,41 ± 0,05	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,9 ± 0,2	%

Tabla 17. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 2

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1596-13	18	15	3
1597-13	NP	NP	NP
1598-13	NP	NP	NP



A.3 Tramo #3: Moravia – Coronado

Tabla 18. Descripción del tramo Moravia - Coronado

Descripción del tramo	Moravia - Coronado
Provincia	San José
Cantón	Vázquez de Coronado
Distrito	Patalillo
Ruta	102
Punto de referencia GPS	9.974557, -84.019788
Altitud	1287 msnm
Sección de control	10390
TPDA (2015)	22217
Velocidad promedio de operación	40 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1



Figura 10. Ubicación del Tramo #3: Moravia - Coronado

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 11 de julio del 2013 y el día 02 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, y 2018. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 37 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

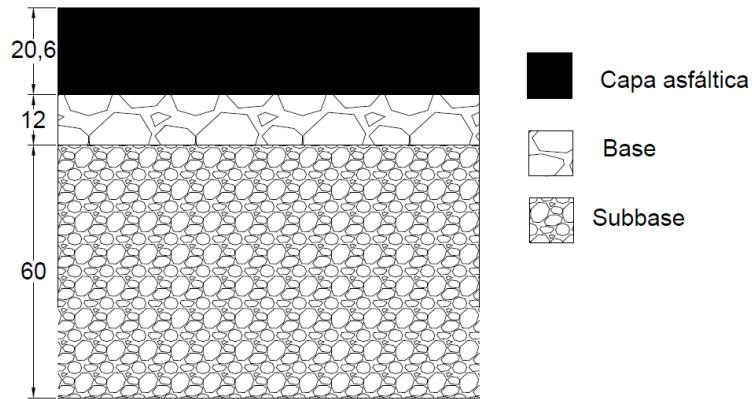


Figura 11. Espesores del pavimento realizado el 11 de julio del 2013 para el Tramo 3 (cotas en cm)

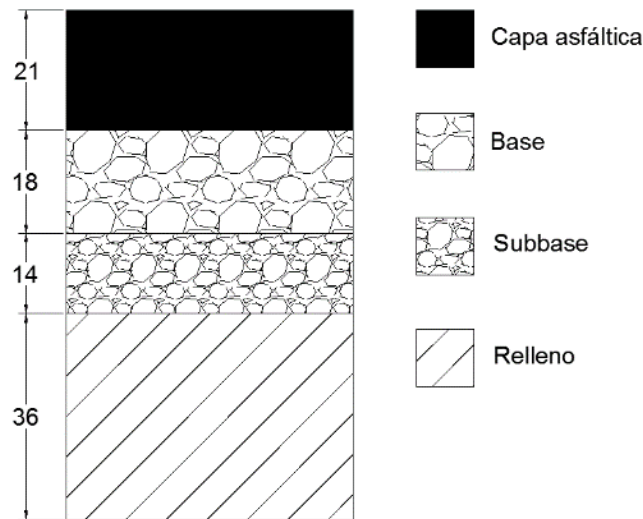


Figura 12. Espesores del pavimento realizado el 02 de octubre del 2014 para el Tramo 3 (cotas en cm)



Tabla 19. Ensayos realizados en el Tramo 3

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1621-13	Núcleos										
1622-13	Bloque						✓		✓	✓	
1623-13	Base		✓	✓		✓	✓	✓			
1624-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			

Tabla 20. Resultados de Próctor para el Tramo 3

Muestra	1623-13	1624-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	14,20%	13,00%
Densidad seca máxima estándar	1808,0 kg/m ³	1825,0 kg/m ³
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No



Tabla 21. Resultados de granulometría para el Tramo 3

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1622-13	1623-13	1624-13
3 1/2"			100
3"			97,2
2"		100	85,9
1 1/2"		95,8	78,1
1"	100,0 ± 0,2	91	63,3
3/4"	100,0 ± 0,2	79,6	56,6
1/2"	92,2 ± 0,3		
3/8"	75,9 ± 0,7	74,3	
N° 4	47,4 ± 0,2	50,1	37,4
N° 8	31,5 ± 0,1		
N° 10		38,5	
N° 16	22,3 ± 0,1		
N° 30	16,7 ± 0,1		
N° 40		20,9	18,50
N° 50	12,5 ± 0,2	17,7	
N° 100	9,3 ± 0,07		
N° 200	6,8 ± 0,1	10,5	10,3
Lavado malla #200		22,1	27,70

Tabla 22. Resultados de CBR para el Tramo 3

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1623-13	56	98	54,9	88,4	84,1	100,3
	25	94,5	31,8	46,6	31,8	46,6
	10	89,9	11,3	14,7	11,3	14,7
1624-13	56	97	55,4	75,1		
	25	93,5	36,8	44,8		
	10	88,7	10,5	12,3		

Tabla 23. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 3

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1599-13	Contenido de agua	-	D 95	0,36 ± 0,02	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%



Tabla 24. *Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 3*

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1623-13	NP	NP	NP
1624-13	NP	NP	NP

A.4 Tramo #4: Cartago – Paraíso

Tabla 25. Descripción del tramo Cartago - Paraíso

Descripción del tramo	Cartago - Paraíso
Provincia	Cartago
Cantón	Paraíso
Distrito	Paraíso
Ruta	10
Punto de referencia GPS	9.846135, -83.892445
Altitud	1383 msnm
Sección de control	30021
TPDA (2017)	22776
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-8

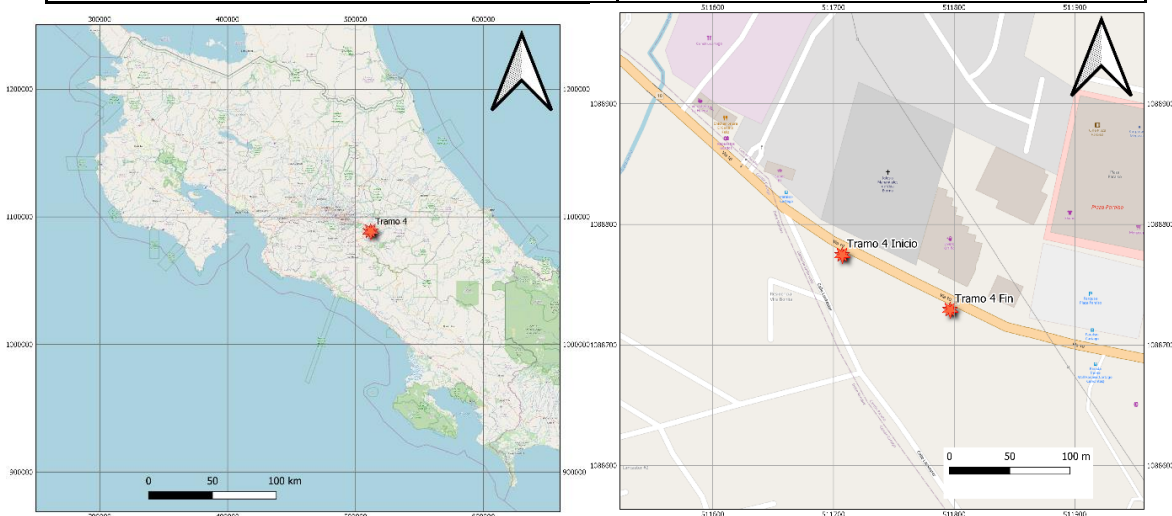


Figura 13. Ubicación del Tramo #4: Cartago - Paraíso

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 12 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2009, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 42 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

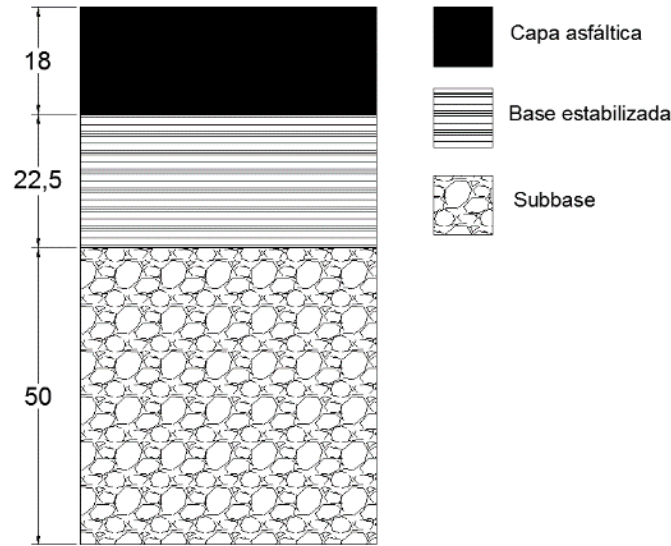


Figura 14. Espesores del pavimento realizado el 12 de julio del 2013 para el Tramo 4 (cotas en cm)

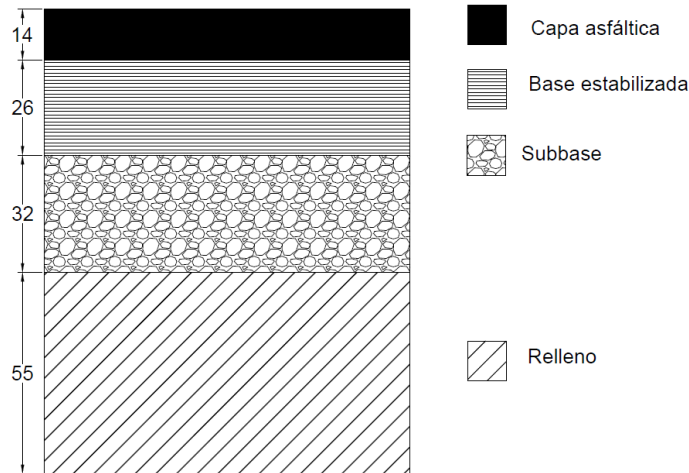


Figura 15. Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 4 (cotas en cm)



Tabla 26. Ensayos realizados en el Tramo 4

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1636-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			
1637-13	Suelo	✓	✓	✓		✓					
1638-13	Núcleos										
1639-13	Bloque						✓		✓	✓	

Tabla 27. Resultados de Próctor para el Tramo 4

Muestra	1636-13	1637-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	9,60%	31,50%
Densidad seca máxima estándar	2130,0 kg/m ³	1380,0 kg/m ³
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No



Tabla 28. Resultados de granulometría para el Tramo 4

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1639-13	1636-13	1637-13
2"		100	
1 1/2"		96,6	
1"	100,0 ± 0,2	77,8	100,0
3/4"	100,0 ± 0,2	63,9	98,0
1/2"	94,0 ± 0,2		96,0
3/8"	80,1 ± 0,4		96,0
N° 4	52,7 ± 0,2	28	94,0
N° 8	34,9 ± 0,3		
N° 10			92,0
N° 16	24,2 ± 0,6		
N° 20			88,0
N° 30	18,3 ± 0,4		
N° 40		12,0	85,0
N° 50	13,5 ± 0,6		
N° 60			83,0
N° 100	9,7 ± 0,5		80,0
N° 140			79,0
N° 200	7,0 ± 0,3	7,32	77,0
Lavado malla #200		25,7	

Tabla 29. Resultados de CBR para el Tramo 4

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg
1636-13	56	100	39,2	55,6		
	25	96,6	26,2	35,7		
	10	92,6	10,7	15,7		
1637-13	56	103	2,6	2,8	3,4	3,0
	25	86,2	1,1	1,2	1,6	1,4
	10	78,3	0,9	0,9	0,9	0,9

Tabla 30. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 4

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1639-13	Contenido de agua	-	D 95	0,31 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%



Tabla 31. *Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 4*

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1636-13	23	18	5
1637-13	59	34	25



A.5 Tramo #5: Barú – Piñuela (Palmar Norte)

Tabla 32. Descripción del tramo Barú - Piñuela

Descripción del tramo	Barú - Piñuela
Provincia	Puntarenas
Cantón	Osa
Distrito	Bahía Ballena
Ruta	34
Punto de referencia GPS	9.183289, -83.760388
Altitud	45 msnm
Sección de control	60091
TPDA (2017)	5065
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Central
Zona de conservación vial	4-1

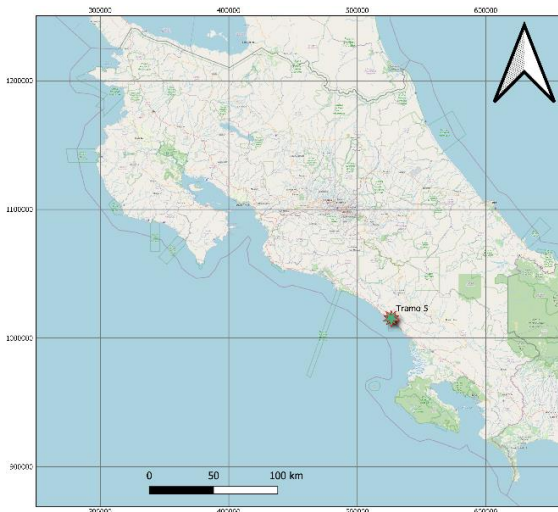


Figura 16. Ubicación del Tramo #5: Barú - Piñuela

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de julio del 2013 y el día 07 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2009, 2010, 2012, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años, 2017, 2018 y 2019. Finalmente,

en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2017, y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

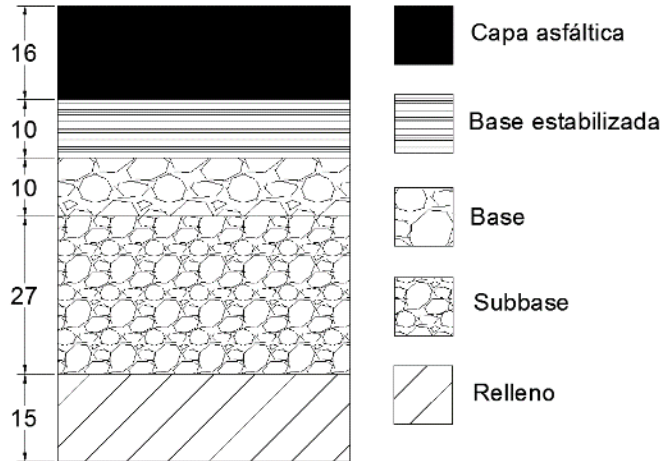


Figura 17. Espesores del pavimento realizado el 16 de julio del 2013 para el Tramo 5 (cotas en cm)

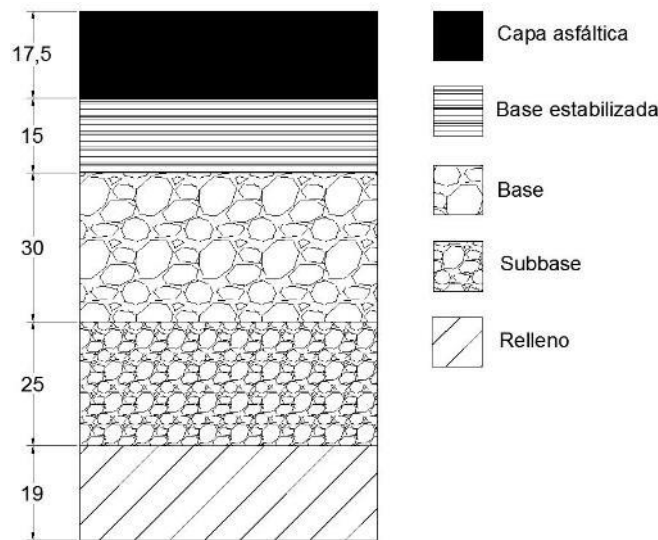


Figura 18. Espesores del pavimento realizado el 07 de octubre de 2014 para el Tramo 5 (cotas en cm)

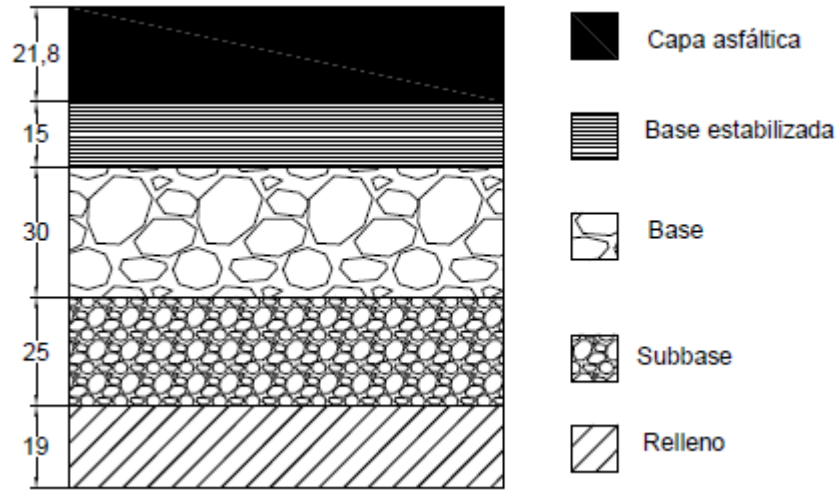


Figura 19. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 5 (cotas en cm)

Tabla 33. Ensayos realizados en el Tramo 5

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de agua	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1697-13	Base					✓	✓	✓			
1698-13	Subbase					✓	✓	✓			
1699-13	Relleno					✓	✓	✓			
1700-13	Subrasante					✓					
1702-13	Bloque						✓		✓	✓	
1767-13	Núcleos										

Tabla 34. Resultados de granulometría para el Tramo 5

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1702-13	1697-13	1698-13	1699-13
2 1/2"		100,00	100,00	100
2"		96,10	88,40	98,5
1 1/2"		92,10	80,40	95,7
1"	100,0 ± 0,2	82,90	66,00	88,1
3/4"	100,0 ± 0,2	76,30	57,00	84,1
1/2"	87,0 ± 0,2			
3/8"	74,2 ± 0,2	57,20		71,6
N° 4	47,9 ± 0,3	45,10	28,70	60,7
N° 8	31,1 ± 0,1			
N° 10		32,30		48
N° 16	21,7 ± 0,1			



Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1702-13	1697-13	1698-13	1699-13
N° 30	16,5 ± 0,1			
N° 40		13,50	6,57	23,1
N° 50	12,69 ± 0,09	10,50		19,3
N° 100	9,56 ± 0,09			
N° 200	7,40 ± 0,08	4,82	2,46	11,9
Lavado malla #200		15,40	9,60	23,8

Tabla 35. Resultados de CBR para el Tramo 5

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1697-13	56	96,8	16,5	19		
	25	92,8	10,0	9,8		
	10	87,8	2,35	2,8		
1698-13	56	96,8	24,9	30,7		
	25	90,3	12,16	13,8		
	10	86,6	7,3	8,53		
1699-13	56	96,8	16	27	25	31
	25	92,6	8,70	10,5	8,70	10,5
	10	88,8	5,8	6,5	5,8	6,5
1700-13	56	97	4,1	7,7	8,8	8,9
	25	89	2,1	2,8	2,1	2,8
	10	79,7	0,9	0,8	0,9	0,8

Tabla 36. Resultados de contenido de agua y de asfalto para el Tramo 5

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1702-13	Contenido de agua	-	D 95	0,29 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,0 ± 0,2	%



A.6 Tramo #6: Jacó - Orotina

Tabla 37. Descripción del tramo Jacó - Orotina

Descripción del tramo	Jacó - Orotina
Provincia	Alajuela
Cantón	Orotina
Distrito	Coyolar
Ruta	34
Punto de referencia GPS (UTM)	9.883709, -84.575956
Altitud	156 msnm
Sección de control	21300
TPDA (2015)	10843
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	3-2

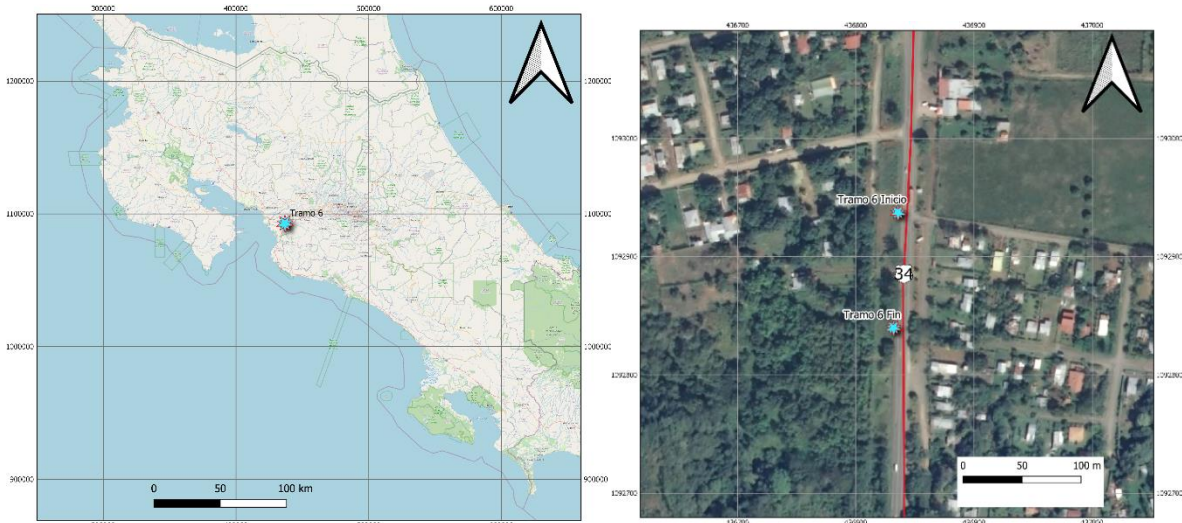


Figura 20. Ubicación del Tramo #6: Jacó - Orotina

En este tramo se han realizado tres cielos abiertos, el día 17 de julio del 2013, el día 16 de octubre del 2014 y el día 28 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años

2015, 2017 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

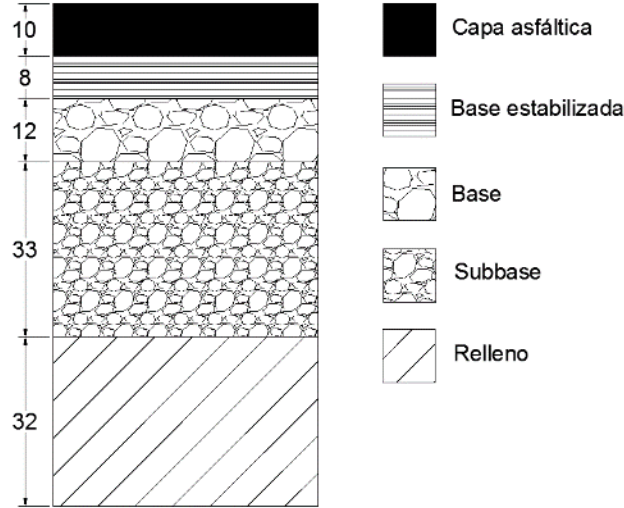


Figura 21. Espesores del pavimento realizado el 17 de julio del 2013 para el Tramo 6 (cotas en cm)

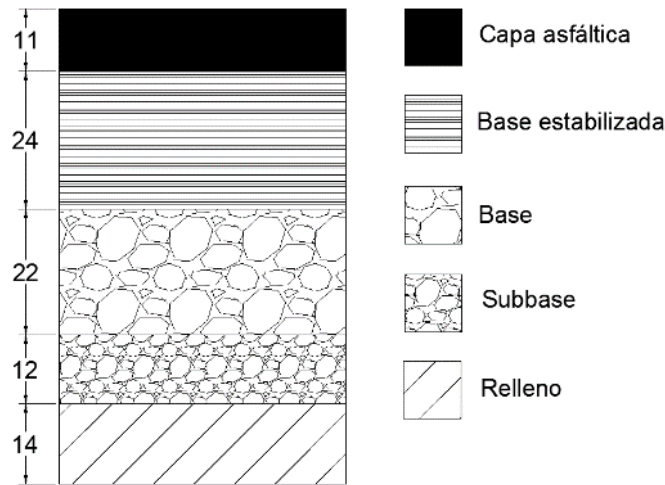


Figura 22. Espesores del pavimento realizado el 16 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm)

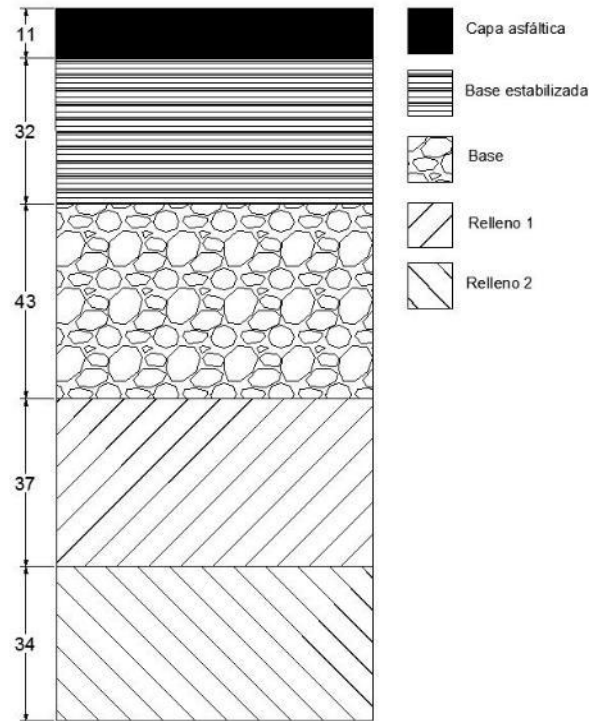


Figura 23. Espesores del pavimento realizado el 28 de octubre del 2014 para el Tramo 6 (cotas en cm)

Tabla 38. Ensayos realizados en el Tramo 6

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2294-14	Base				✓		✓	✓			
2295-14	Subbase				✓		✓	✓			
2296-14	Relleno				✓		✓	✓			
1708-13	Bloque						✓		✓	✓	
1768-13	Núcleos										



Tabla 39. Resultados de granulometría para el Tramo 6

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1708-13	2294-14	2295-14	2296-14
3"			100	100
2 1/2"		100	95,9	98,8
2"		96,9	91,5	95,2
1 1/2"		93,8	85,6	89,3
1"	100,0 ± 0,2	86,6	79,2	81,6
3/4"	100,0 ± 0,2	82,4	73,8	74,9
1/2"	95,1 ± 0,2			
3/8"	84,3 ± 0,4	72,8	64,7	65,3
N° 4	57,1 ± 0,2	65,2	48,2	47
N° 8	34,8 ± 0,1			
N° 10		56,6	37,6	37,7
N° 16	22,3 ± 0,1			
N° 30	15,6 ± 0,1			
N° 40		40,3	16,9	16,8
N° 50	10,91 ± 0,09	36,6		
N° 100	7,42 ± 0,07			
N° 200	5,34 ± 0,08	23,3	7,22	6,41
Lavado malla 200		39,6	16,2	14,3

Tabla 40. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 6

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1708-13	Contenido de agua	-	D 95	0,56 ± 0,03	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,6 ± 0,3	%



Tabla 41. Resultados de Próctor para el Tramo 6

Muestra	2294-14	2295-15	2296-15
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	No	No	No
Contenido de agua óptimo	22,50%	7,2%	9,4%
Densidad seca máxima estándar	1432 kg/m ³	2255 kg/m ³	2171,0 kg/m ³
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Manual	Mecánico
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



A.7 Tramo #7: Interamericana – Caldera

Tabla 42. Descripción del tramo Interamericana - Caldera

Descripción del tramo	Interamericana - Caldera
Provincia	Puntarenas
Cantón	Puntarenas
Distrito	Chacarita-Barranca
Ruta	23
Punto de referencia GPS	9.972904, -84.738976
Altitud	270 msnm
Sección de control	60610
TPDA (2015)	19794
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	3-1

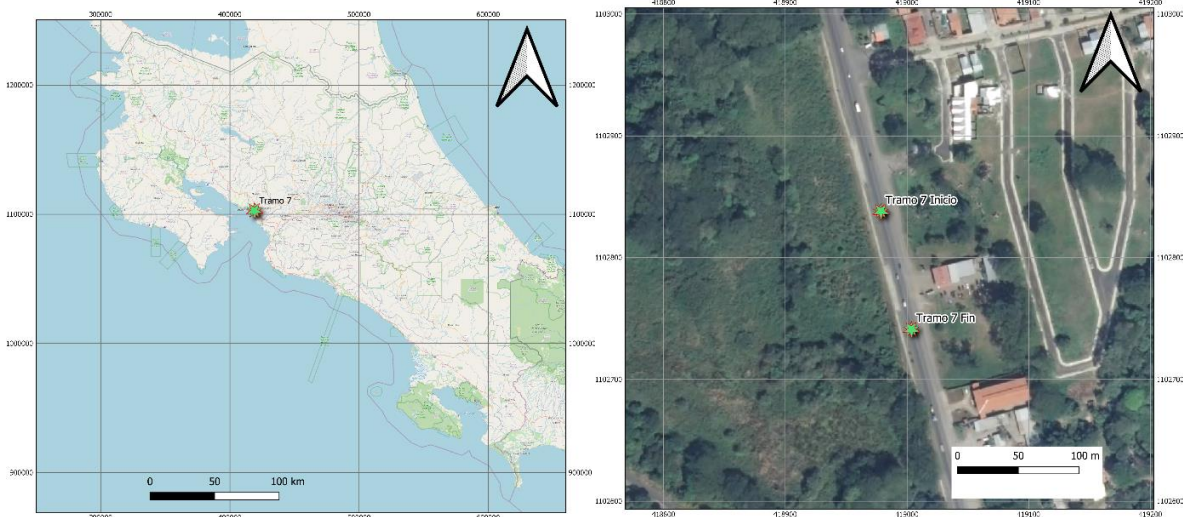


Figura 24. Ubicación del Tramo #7: Interamericana - Caldera

En este proyecto se han realizado dos cielos abiertos, el día 18 de julio del 2013 y el día 14 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017 y 2018. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 56 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

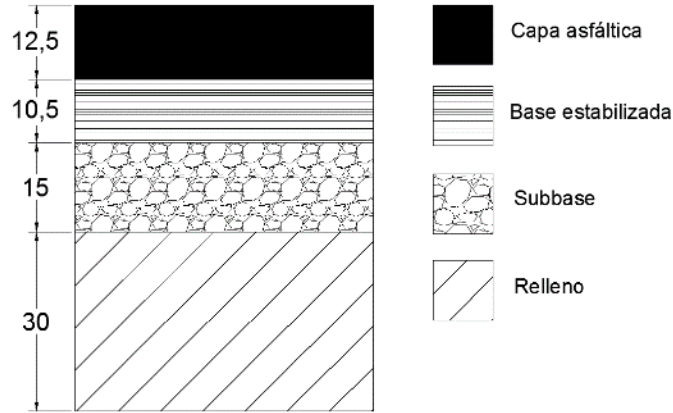


Figura 25. Espesores del pavimento realizado el 18 de julio del 2013 para el Tramo 7 (cotas en cm)

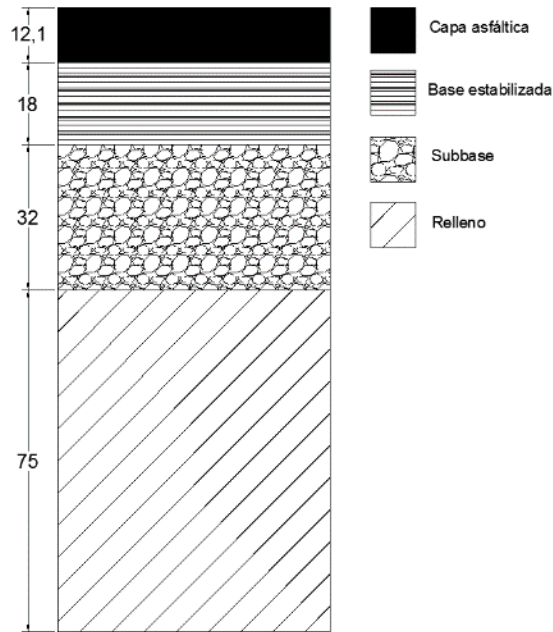


Figura 26. Espesores del pavimento realizado el 14 de octubre del 2014 para el Tramo 7 (cotas en cm)

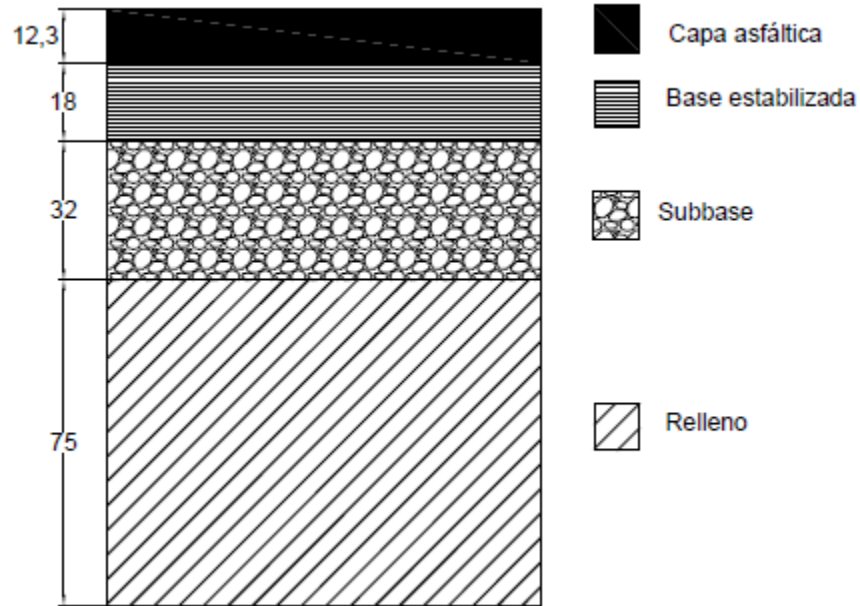


Figura 27. Espesores de pavimento realizado el 29 de julio de 2019 para el Tramo 7 (cotas en cm)

Tabla 43. Ensayos realizados en el Tramo 7

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1709-13	Base					✓	✓	✓			
1710-13	Relleno					✓	✓	✓			
1712-13	Bloque						✓		✓	✓	
1769-13	Núcleos										



Tabla 44. Resultados de granulometría para el Tramo 7

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1712-13	1709-13	1710-13
2 1/2"		100,00	100,00
2"		93,10	75,40
1 1/2"		85,40	63,50
1"	100,0 ± 0,2	70,80	52,30
3/4"	100,0 ± 0,2	58,70	45,80
1/2"	90,0 ± 0,2		
3/8"	79,6 ± 0,7	40,60	35,90
N° 4	51,8 ± 0,5	32,00	30,30
N° 8	34,7 ± 0,3		
N° 10		25,50	24,90
N° 16	24,2 ± 0,1		
N° 30	18,1 ± 0,1		
N° 40		11,60	12,00
N° 50	13,7 ± 0,1	9,32	9,68
N° 100	10,1 ± 0,1		
N° 200	8,0 ± 0,2	4,67	5,25
Lavado malla #200		14,60	17,10

Tabla 45. Resultados de CBR para el Tramo 7

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1709-13	56	97,1	33,0	40,0		
	25	91,3	12,3	13,6		
	10	88,1	6,1	7,2		
1710-13	56	99,4	11	23	25	34,0
	25	95	18,5	22,6	18,5	22,6
	10	90,8	8,9	10	8,9	10

Tabla 46. Resultado de contenido de agua y asfalto para el Tramo 7

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1712-13	Contenido de agua	-	D 95	0,40 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,2 ± 0,3	%



A.8 Tramo #8: Los Ángeles – Santo Domingo

Tabla 47. Descripción del tramo Los Ángeles - Santo Domingo

Descripción del tramo	Los Ángeles - Santo Domingo
Provincia	Heredia
Cantón	Santo Domingo
Distrito	Tures
Ruta	116
Punto de referencia GPS	9.988951, -84.060324
Altitud	1231 msnm
Sección de control	40252
TPDA (2015)	9470
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-9

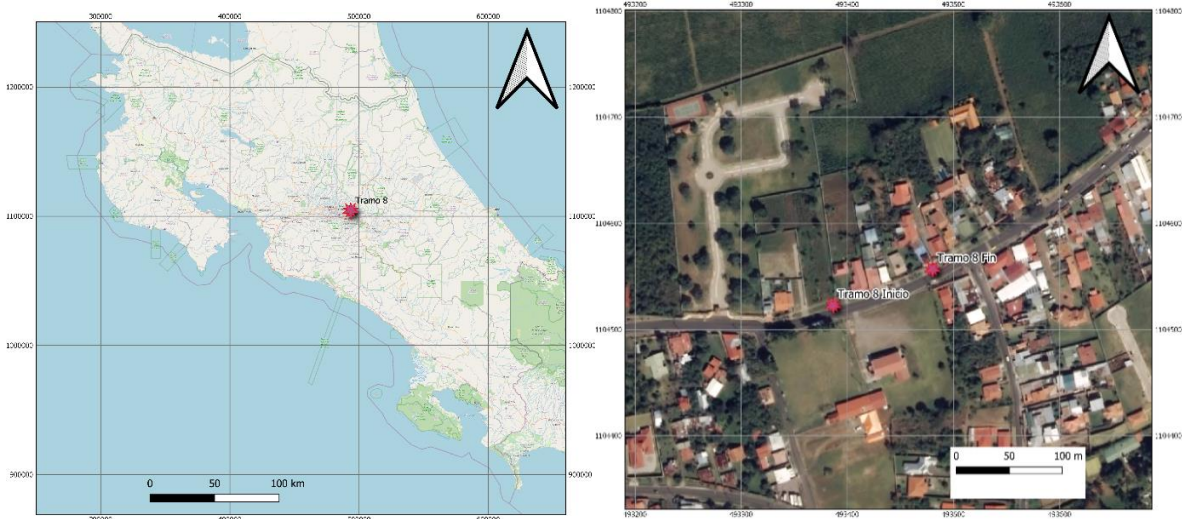


Figura 28. Ubicación del Tramo #8: Los Ángeles – Santo Domingo

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 01 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017 y 2018. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 60 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

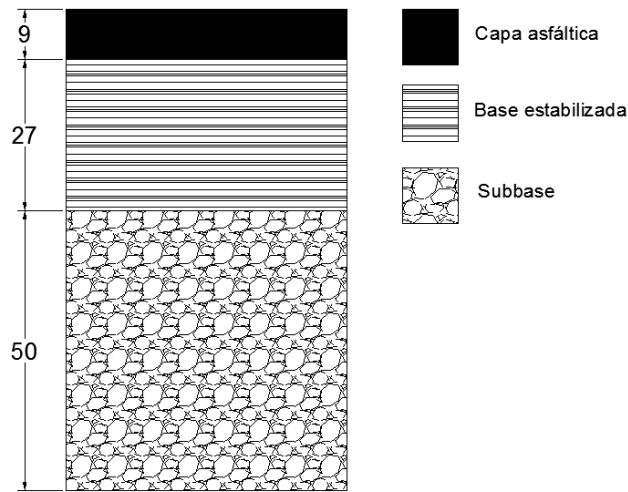


Figura 29. Espesores del pavimento realizado el 01 de agosto del 2013 para el Tramo 8 (cotas en cm)

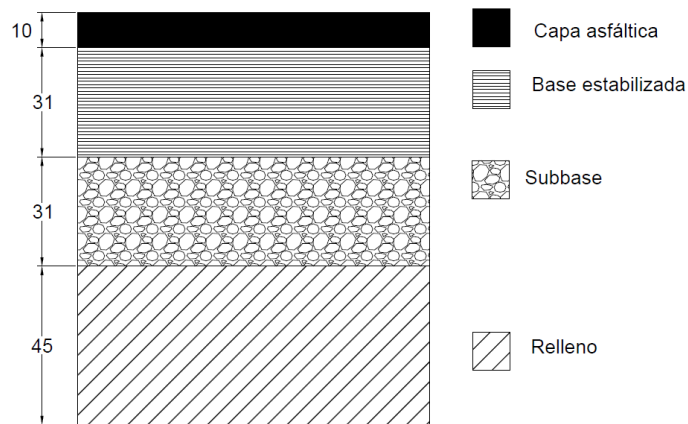


Figura 30. Espesores del pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 8 (cotas en cm)



Tabla 48. Ensayos realizados en el Tramo 8

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1762-13	Núcleos										
1834-13	Bloque										
1835-13	Subbase					✓	✓	✓			
1836-13	Suelo orgánico										
1837-13	Subrasante					✓					

Tabla 49. Resultados de granulometría para el Tramo 8

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	1835-13
2 1/2"	100
2"	94,4
1 1/2"	87,4
1"	81,7
3/4"	76,3
N° 4	58,8
N° 40	29,6
N° 200	15,5
Lavado malla #200	31,2

Tabla 50. Resultados de CBR para el Tramo 8

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1835-13	56	99,5	21,0	47,0	23	63
	25	95,2	22,7	30,0	22,7	30
	10	90,4	5,8	6,7	5,8	6,7
1837-13	56	98	2,5	2	2,9	2,0
	25	88	1,6	1,3	1,6	1,3



A.9 Tramo #9: Guácimo – Pocora

Tabla 51. Descripción del tramo Guácimo - Pocora

Descripción del tramo	Guácimo - Pocora
Provincia	Limón
Cantón	Guácimo
Distrito	Mercedes
Ruta	32
Punto de referencia GPS	10.177293, -83.617955
Altitud	98 msnm
Sección de control	70141
TPDA (2015)	11943
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Caribe
Zona de conservación vial	5-1

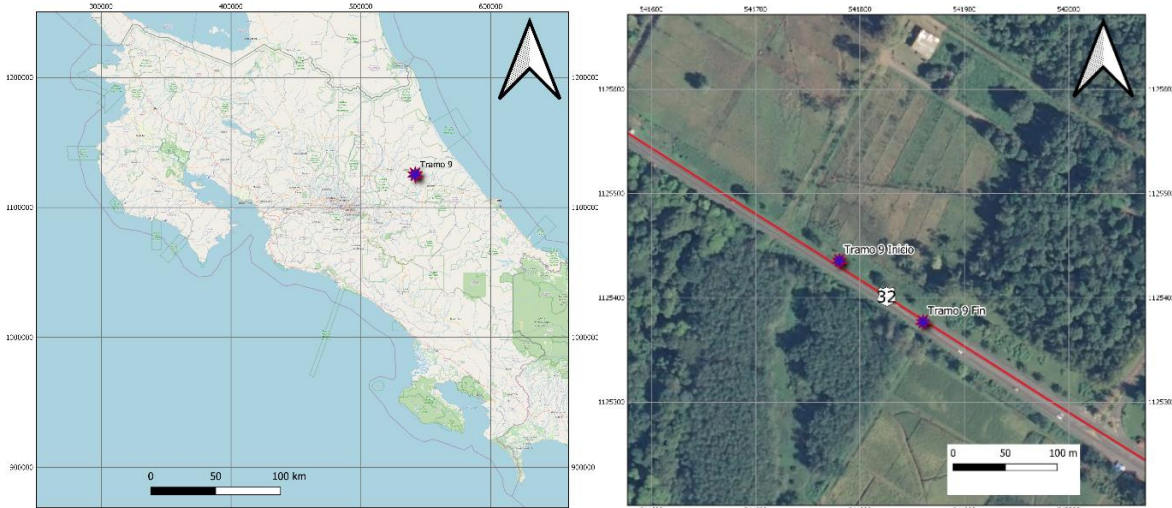


Figura 31. Ubicación del Tramo #9: Guácimo - Pocora

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 29 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP

en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

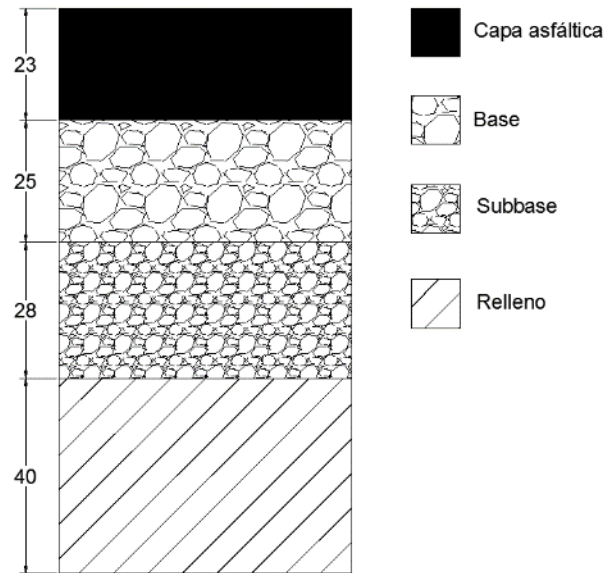


Figura 32. Espesores del pavimento realizado el 29 de julio del 2013 para el Tramo 9 (cotas en cm)

Tabla 52. Ensayos realizados en el Tramo 9

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1794-13	Núcleos										
1795-13	Bloque						✓		✓	✓	
1796-13	Base					✓	✓	✓			
1797-13	Subbase					✓	✓	✓			
1798-13	Relleno					✓					
1799-13	Subrasante					✓					



Tabla 53. Resultados de granulometría para el Tramo 9

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1795-13	1796-13	1797-13
3 1/2"			100
3"			88,2
2"			71,90
1 1/2"		100,00	66,20
1"	100,0 ± 0,2	77,70	55,60
3/4"	100,0 ± 0,2	61,00	48,10
1/2"	97,3 ± 0,2		
3/8"	88,8 ± 0,7	41,50	
N° 4	58,3 ± 0,7	31,80	32,80
N° 8	38,5 ± 0,2		
N° 10		25,40	
N° 16	26,2 ± 0,4		
N° 30	19,1 ± 0,5		
N° 40		13,80	13,90
N° 50	13,9 ± 0,2	11,60	
N° 100	9,7 ± 0,3		
N° 200	6,8 ± 0,2	6,99	4,51
Lavado malla #200		21,60	13,60

Tabla 54. Resultados de CBR para el Tramo 9

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg
1796-13	56	99,1	6,0	15,0	32	39
	25	96,7	16,3	28,2	16,3	28,2
	10	90,6	11,1	14,4	11,1	14,4
1797-13	56	99,1	42	72	69	85,0
	25	96,9	23,8	39,5	23,8	39,5
	10	92,6	13,6	19,8	13,6	19,8
1798-13	56	99,5	4,3	8	16,8	19,4
	25	98,1	9,98	15,5	9,98	15,5
	10	90,8	4,89	5,59	4,89	5,59
1799-13	56	99	9,2	12	11,4	11,9
	25	88	5,4	3,8	5,4	3,8



Tabla 55. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 9

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1795-13	Contenido de agua	-	D 95	0,45 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,0 ± 0,2	%



A.10: Tramo #10: Limón – Siquirres

Tabla 56. Descripción del tramo Limón - Siquirres

Descripción del tramo	Limón - Siquirres
Provincia	Limón
Cantón	Siquirres
Distrito	Pacuarito
Ruta	32
Punto de referencia GPS	10.097338, -83.479327
Altitud	98 msnm
Sección de control	70090
TPDA (2015)	8946
Velocidad promedio de operación	80 km/h
Zona Climática	Caribe
Zona de conservación vial	5-1

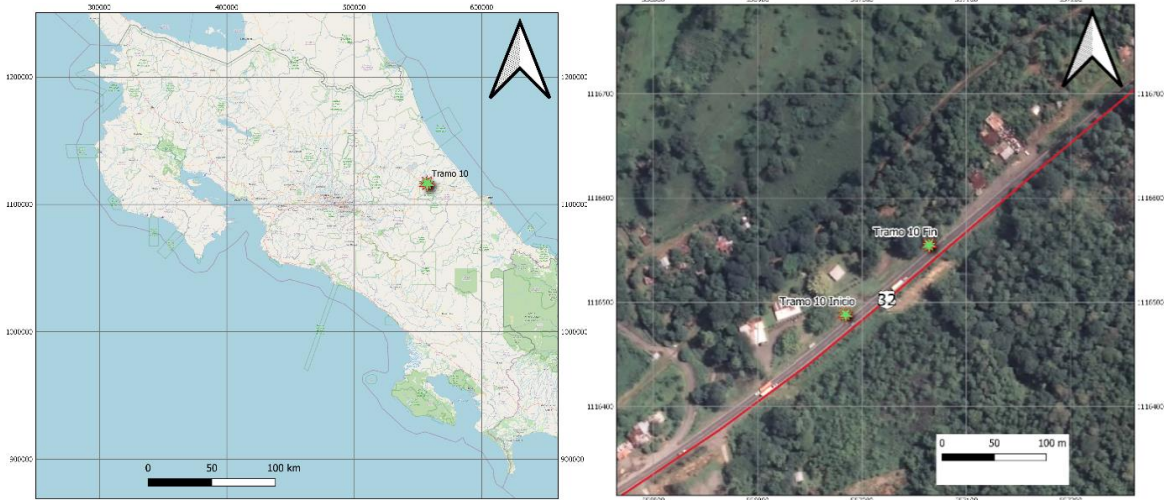


Figura 33. Ubicación del Tramo #10: Limón - Siquirres

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 30 de julio del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 67 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

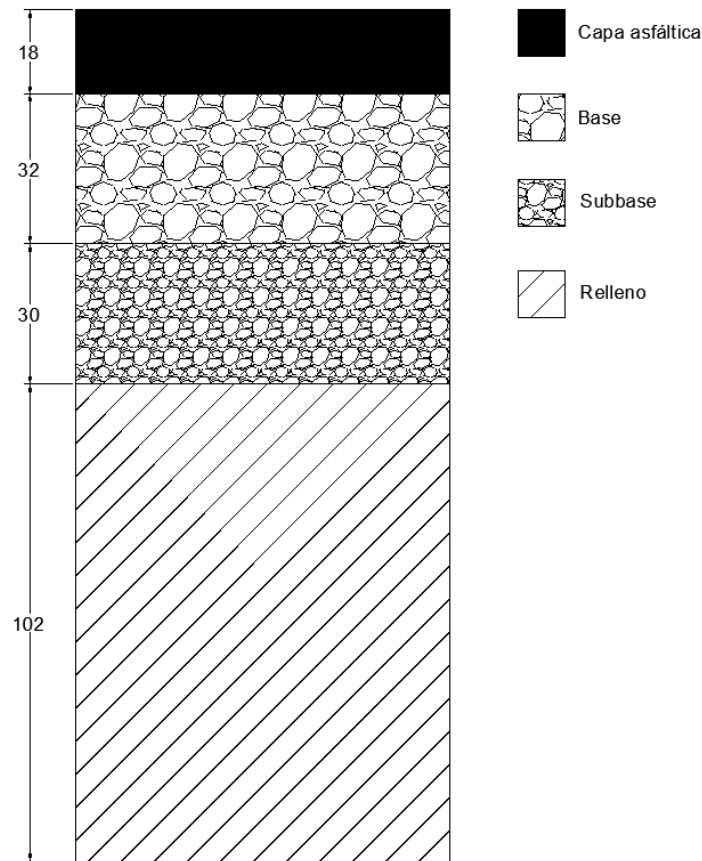


Figura 34. Espesores del pavimento realizado el 30 de julio del 2013 para el Tramo 10 (cotas en cm)

Tabla 57. Ensayos realizados en el Tramo 10

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1800-13	Núcleos										
1801-13	Bloque										
1802-13	Base					✓	✓	✓			
1803-13	Subbase					✓	✓	✓			
1804-13	Relleno					✓	✓	✓			



Tabla 58. Resultados de granulometría para el Tramo 10

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1802-13	1803-13	1804-13
5 1/2"			100
5"			93,7
4"			89,7
3 1/2"			80
3"		100	73,4
2 1/2"			70,40
2"		98,40	65,80
1 1/2"	100,0	89,20	61,10
1"	90,2	81,70	55,10
3/4"	83,1	74,80	51,20
3/8"	65,4		43,10
N° 4	52,6	51,90	36,90
N° 10	44,1		30,00
N° 40	18,7	18,50	16,50
N° 50	14,2		13,50
N° 200	7,39	6,73	7,66
Lavado malla #200	14,1	13,20	18,20

Tabla 59. Resultados de CBR para el Tramo 10

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1802-13	56	98,5	21,0	45,0	44	58
	25	95,7	28,4	42,3	28,4	42,3
	10	91,0	9,0	12,5	9	12,5
1803-13	56	96	28,8	38,1		
	25	93,8	20,6	23,8		
	10	89,2	10,1	11,2		
1804-13	56	98	24,1	39,2		
	25	94,9	19,70	26,6		
	10	90,8	10,18	12		



A.11: Tramo #11: Playa Hermosa – Esterillos

Tabla 60. Descripción del tramo Playa Hermosa - Esterillos

Descripción del tramo	Playa Hermosa - Esterillos
Provincia	Puntarenas
Cantón	Garabito
Distrito	Jacó
Ruta	34
Punto de referencia GPS	9.577397, -84.594722
Altitud	25 msnm
Sección de control	60140
TPDA (2017)	12057
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Central
Zona de conservación vial	3-2

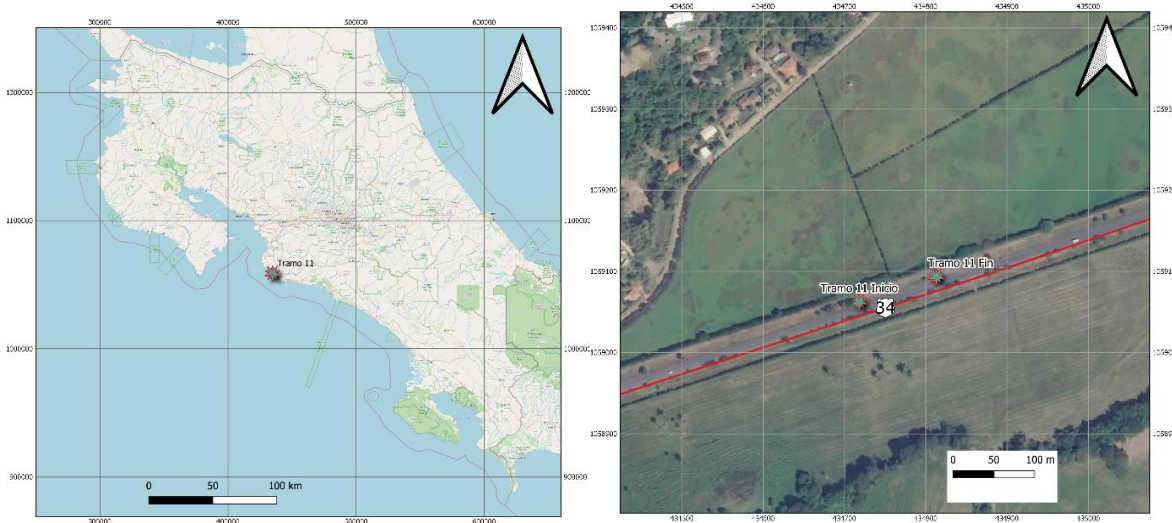


Figura 35. Ubicación del Tramo #11: Playa Hermosa - Esterillos

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 70 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

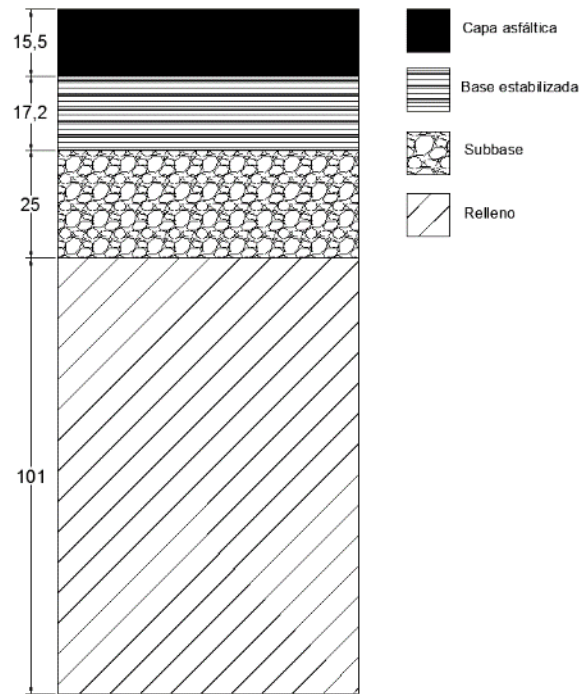


Figura 36. Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 11 (cotas en cm)

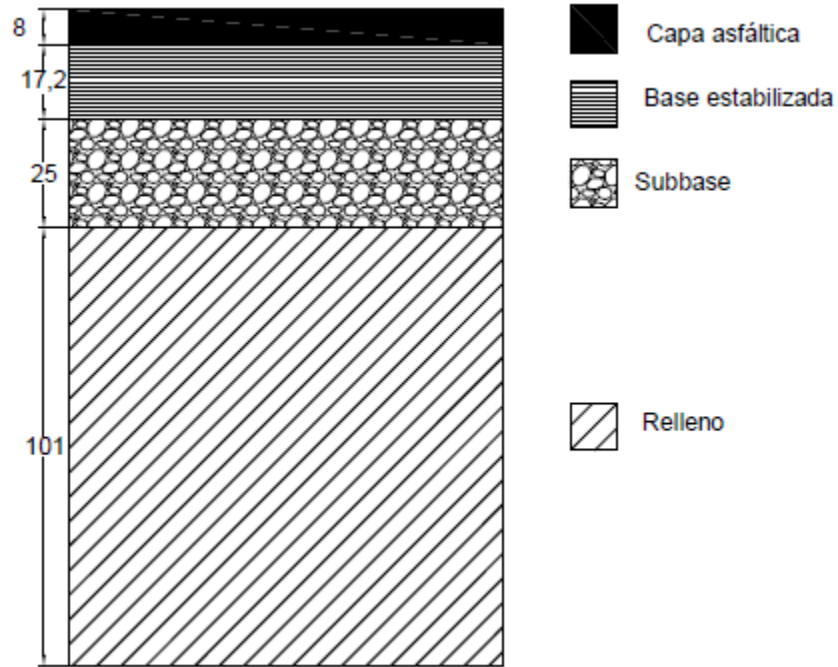


Figura 37. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 11 (cotas en cm)

Tabla 61. Ensayos realizados en el Tramo 11

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2400-14	Base						✓				
1876-13	Subbase						✓	✓			
1877-13	Relleno		✓			✓					
2399-14	Núcleo						✓		✓	✓	



Tabla 62. Resultados de granulometría para el Tramo 11

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	1876-13	2400-14	2399-14
2 1/2"	100		
2"	98,9	100	
1 1/2"	97,8	97,9	
1"	92,2	95,2	100 ± 0,2
3/4"	82,7	92,0	100 ± 0,2
1/2"			90,3 ± 0,9
3/8"		78,0	83,0 ± 1,0
N° 4	49	62,1	52,0 ± 2,0
N° 8			34,4 ± 0,6
N° 16			23,4 ± 0,1
N° 30			16,8 ± 0,1
N° 40	14,1	21,7	
N° 50		17,2	12,12 ± 0,09
N° 100			8,7 ± 0,1
N° 200	5,61	9,02	6,3 ± 0,2
Lavado malla #200	12,1	17,1	

Tabla 63. Resultados de CBR para el Tramo 11

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
1877-13	56	99,1	41,0	41,0
	25	95,1	12,1	14,6
	10	87,6	3,9	4,1

Tabla 64. Resultados de Límites de Atterberg Tramo 11

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1877-13	29	19	10

Tabla 65. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 11

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2399-14	Contenido de agua	-	D 95	0,6 ± 0,05	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,5 ± 0,2	%



A.12: Tramo #12: Santa Cruz – Nambí

Tabla 66. Descripción del tramo Santa Cruz – Nambí

Descripción del tramo	Santa Cruz – Nambí
Provincia	Guanacaste
Cantón	Santa Cruz
Distrito	Santa Cruz
Ruta	21
Punto de referencia GPS (UTM)	10.262331, -85.567924
Altitud	63 msnm
Sección de control	50120
TPDA (2015)	7386
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-3



Figura 38. Ubicación del Tramo #12: Santa Cruz - Nambí

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 08 de agosto del 2013 y el 17 de noviembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 74 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

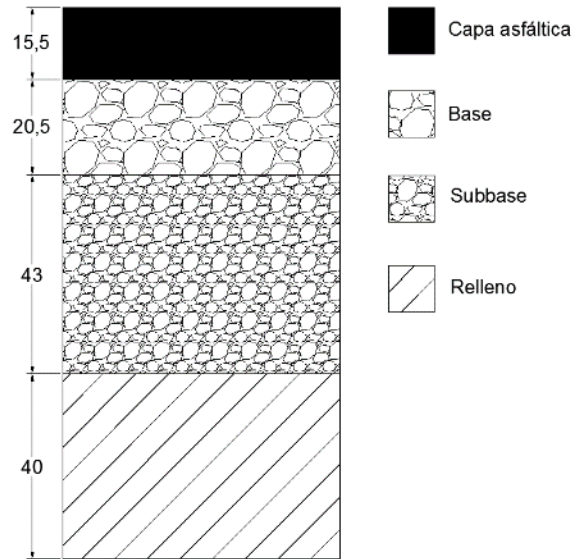


Figura 39. Espesores del pavimento realizado el 08 de agosto del 2013 para el Tramo 12 (cotas en cm)

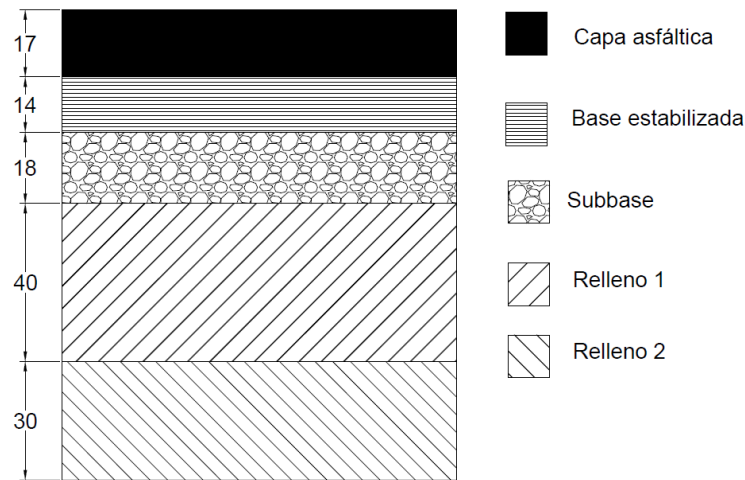


Figura 40. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 12 (cotas en cm)



Tabla 67. Ensayos realizados en el Tramo 12

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1892-13	Núcleos										
1893-13	Bloque										
1894-13	Base					✓	✓	✓			
1895-13	Subbase					✓					
1896-13	Relleno					✓	✓	✓			
1897-13	Subrasante					✓	✓	✓			

Tabla 68. Resultados de granulometría para el Tramo 12

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	1894-13	1896-13
2 1/2"		100,00
2"	100,0	98,50
1 1/2"	98,1	97,40
1"	87,7	94,80
3/4"	78,9	92,10
3/8"	62,8	70,30
N° 4	49,2	70,30
N° 10	36,6	52,80
N° 40	20,1	28,90
N° 50	17,6	25,00
N° 200	11,4	14,30
Lavado malla #200	25,4	26,00



Tabla 69. Resultados de CBR para el Tramo 12

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1894-13	56	99,2	5,6	11,3	16,9	21,7
	25	95,9	11,1	15,2	11,8	15,2
	10	91,0	9,1	10,8	9,07	10,8
1895-13	56	101	21,2	41,3	41,4	55,0
	25	96,4	22,1	31	22,08	31
	10	92,8	11,16	13,86	11,16	13,86
1896-13	56	105,5	3,2	6,3	4,9	8,6
	25	104,0	4,93	9,5	9,50	14,3
	10	103,2	3,6	6,6	7,99	14,88
1897-13	56	97	2,1	2,1	2,4	2,1
	25	95,7	2,7	2,2	2,7	2,2
	10	87,9	1,7	1,3	1,7	1,3



A.13 Tramo #13: Cot – Volcán Irazú

Tabla 70. Descripción del tramo Cot - Volcán Irazú

Descripción del tramo	Cot - Volcán Irazú
Provincia	Cartago
Cantón	Oreamuno
Distrito	Potrero Grande
Ruta	219
Punto de referencia GPS	9.946807, -83.865387
Altitud	2793 msnm
Sección de control	30250
TPDA (2015)	2300
Velocidad promedio de operación	45 km/h
Zona Climática	Caribe Alta
Zona de conservación vial	1-7

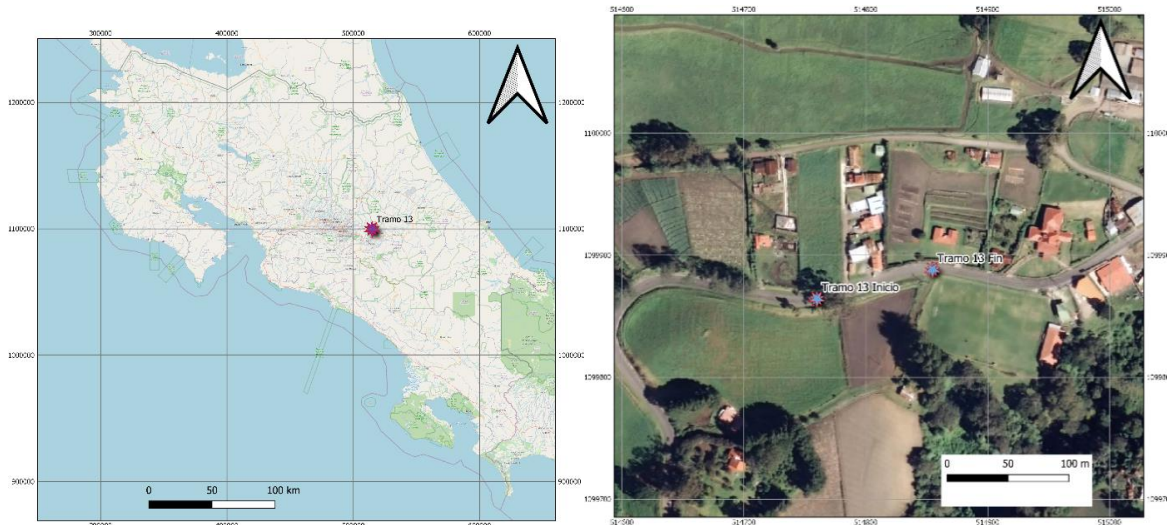


Figura 41. Ubicación del Tramo #13: Cot - Volcán Irazú

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 16 de agosto del 2013 y el día 01 de octubre del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en el año 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 78 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

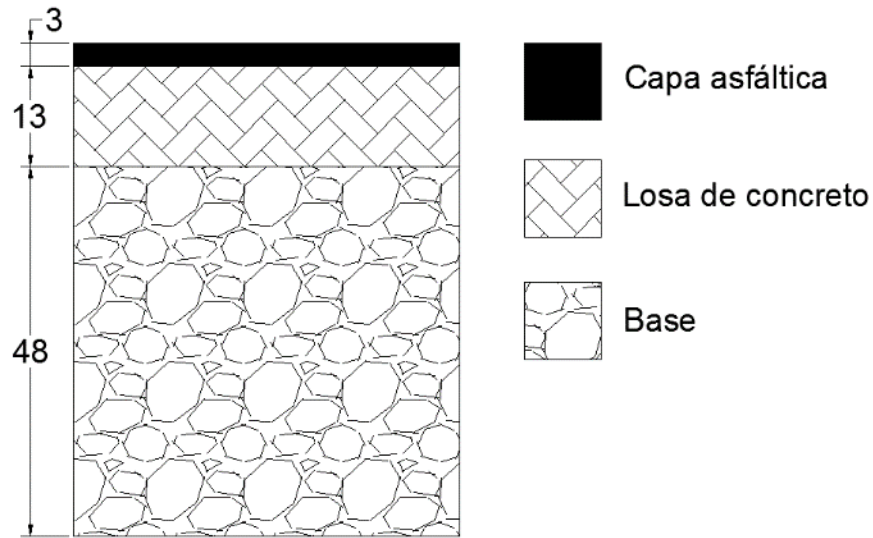


Figura 42. Espesores del pavimento realizado el 16 de agosto del 2013 para el Tramo 13 (cotas en cm)

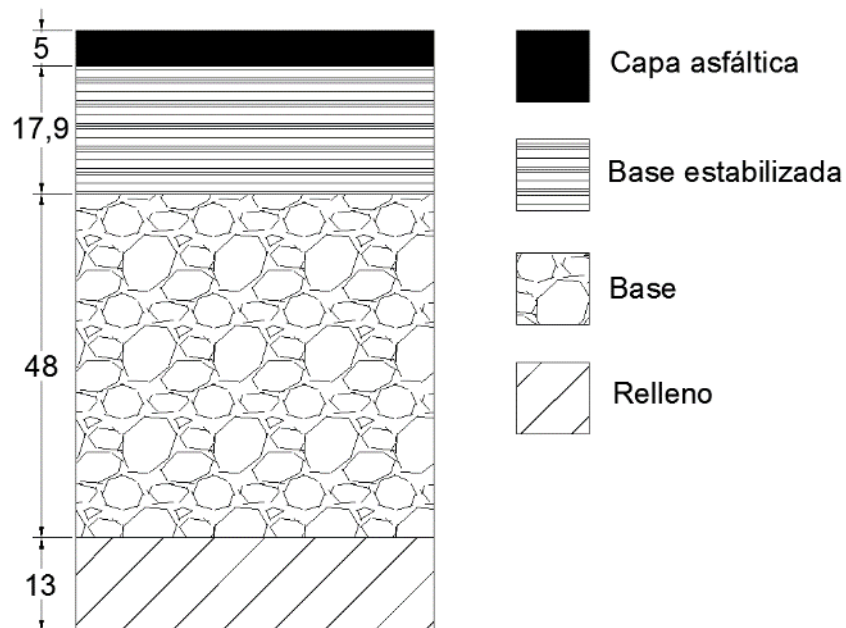


Figura 43. Espesores del pavimento realizado el 01 de octubre del 2014 para el Tramo 13 (cotas en cm)

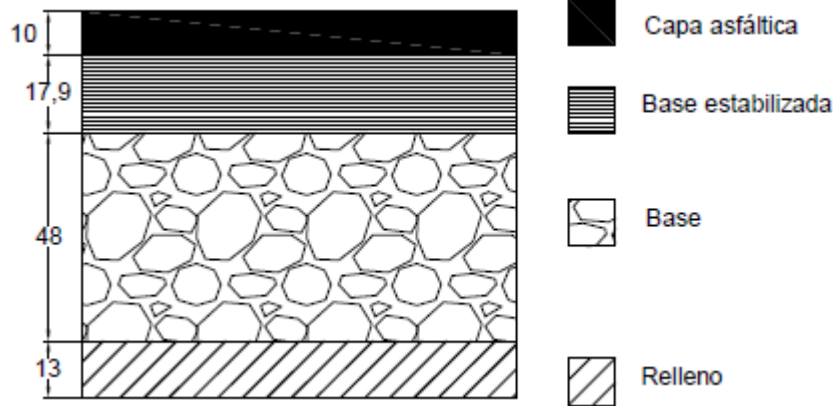


Figura 44. Espesores de pavimento realizado el 24 de junio de 2019 para el Tramo 13 (cotas en cm)

Tabla 71. Resultados para el Tramo 13

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1910-13	Base					✓	✓	✓			
1911-13	Subrasante					✓					
2175-14	Bloque						✓		✓	✓	



Tabla 72. Resultados de granulometría para el Tramo 13

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	1910-13	2175-14
2"	100,0	
1 1/2"	99,5	
1"	97,3	100,0 ± 0,2
3/4"	96,2	100,0 ± 0,2
1/2"		94,0 ± 1,0
3/8"	90,6	87,0 ± 1,0
N° 4	80,8	70,3 ± 0,2
N° 8		49,9 ± 0,3
N° 10	68,2	
N° 16		35,1 ± 0,1
N° 30		26,5 ± 0,1
N° 40	38,3	
N° 50	30,6	19,48 ± 0,09
N° 100		13,90 ± 0,09
N° 200	13,8	9,99 ± 0,09
Lavado malla #200	20,5	

Tabla 73. Resultados de CBR para el Tramo 13

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
1910-13	56	94,3	34,5	44,5
	25	91,2	11,3	13,7
	10	86,8	5,8	6,2
1911-13	56	97	11	21
	25	91	6,0	9,8
	10	81,8	2,4	2,7



Tabla 74. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 13

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2175-14	Contenido de agua	-	D 95	0,66 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 2172	8,7 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	10 ± 0,3	%



A.14 Tramo #14: Buenos Aires – Cajón

Tabla 75. Descripción del tramo Buenos Aires - Cajón

Descripción del tramo	Buenos Aires - Cajón
Provincia	Puntarenas
Cantón	Buenos Aires
Distrito	Volcán
Ruta	2
Punto de referencia GPS	9.183708, -83.442589
Altitud	423 msnm
Sección de control	60060
TPDA (2013)	1770
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-2

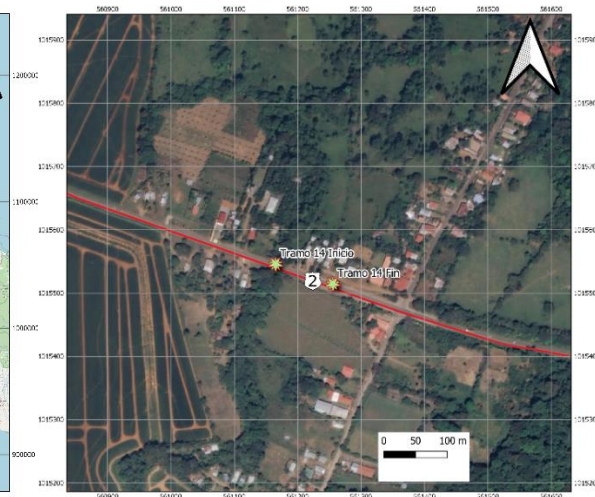
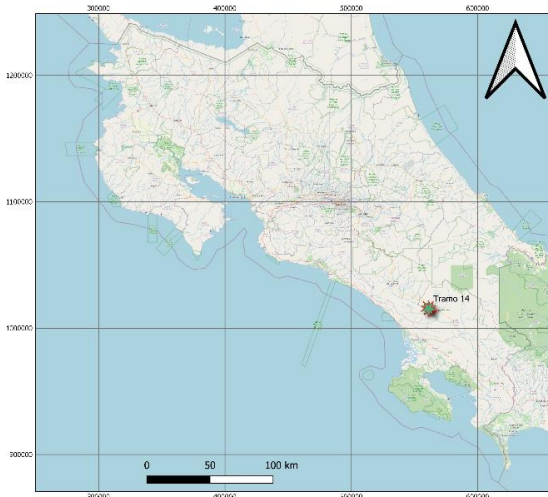


Figura 45. Ubicación del Tramo #14: Buenos Aires - Cajón

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, el día 28 de agosto del 2013 y el día 04 de junio del 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A

continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

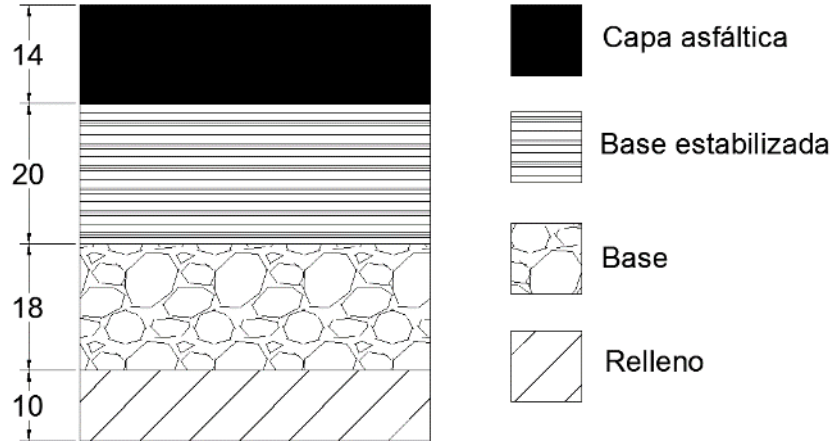


Figura 46. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 14 (cotas en cm)

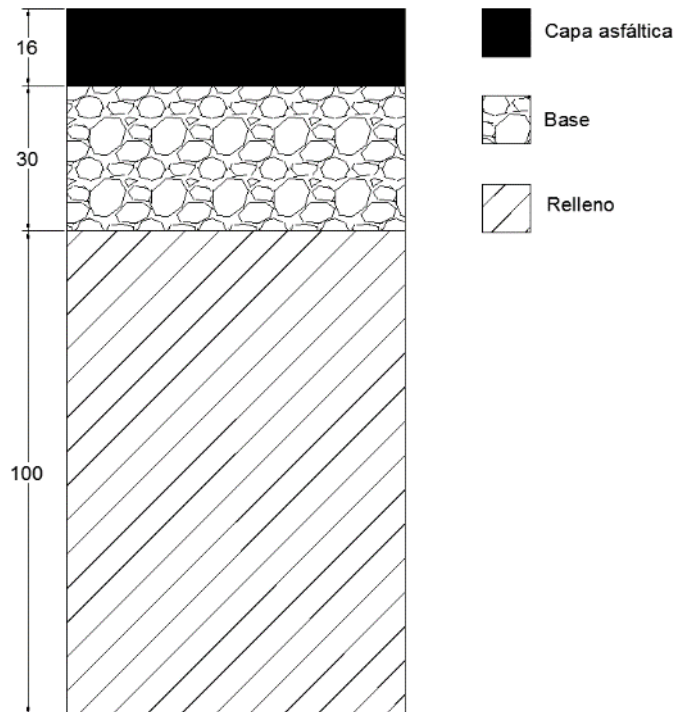
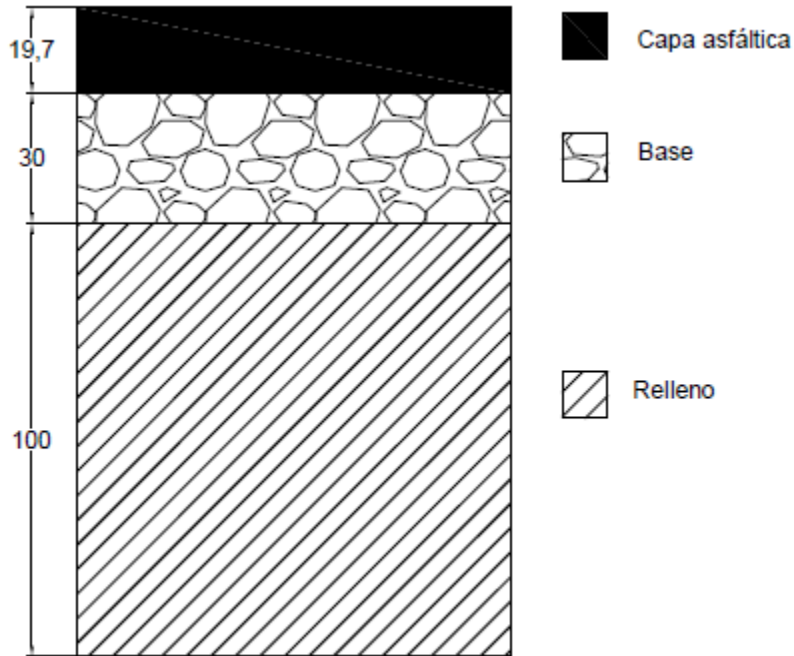


Figura 47. Espesores del pavimento realizado el 04 de junio del 2014 para el Tramo 14 (cotas en cm)



14. Buenos Aires - Cajón

Figura 48. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 14 (cotas en cm)



Tabla 76. Ensayos realizados para el Tramo 14

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
1242-14	Mezcla asfáltica						✓		✓	✓	
1243-14	Base		✓			✓	✓	✓			✓
1244-14	Relleno		✓		✓	✓	✓	✓			
1245-14	Subrasante		✓	✓		✓	✓				✓

Tabla 77. Resultados de Próctor para el Tramo 14

Muestra	1243-114	1244-14	1245-14
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	8,60%	8,40 %	26,70%
Densidad seca máxima estándar	2194 kg/m ³	2200,0 kg/m ³	1492 kg/m ³
Dosificación:			
Grueso	0 %	100 %	0 %
Finos	100%	0%	100%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Manual
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



Tabla 78. Resultados de granulometría para el Tramo 14

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)			
	1242-14	1243-14	1244-14	1245-14
3 1/2"			100,00	
3"			97,20	
2 1/2"			92,20	
2"		100,00	88,40	
1 1/2"		98,70	82,60	
1"	100,0 ± 0,2	83,90	73,90	100,00
3/4"	100,0 ± 0,2	67,70	67,60	100,00
1/2"	93,8 ± 0,4		61,50	97,70
3/8"	86,7 ± 0,2	46,50		95,60
N° 4	50,9 ± 0,3	35,50	48,80	91,60
N° 8	33,1 ± 0,1			
N° 10		25,10	37,60	87,10
N° 16	22,2 ± 0,1			
N° 20				83,20
N° 30	16,1 ± 0,1			
N° 40		10,40	19,30	79,20
N° 50	11,60 ± 0,09	8,10		
N° 60				79,20
N° 100	8,27 ± 0,08			70,20
N° 140				67,60
N° 200	5,92 ± 0,08	3,70	9,50	65,20
Lavado malla #200		9,74	19,80	

Tabla 79. Resultados de CBR para el Tramo 14

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
1243-14	56	95,5	29,5	110,0	124,7	164,9
	25	92,1	10,7	43,6	53,7	71,4
	10	86,6	7,4	16,4	13,8	20,9
1244-14	56	101	19,7	80,6	105,1	133,3
	25	97,4	45,3	83,2	90,9	101
	10	92,2	18,6	27,1	22,7	28,6
1245-14	56	100	14,5	13,5	14,5	13,5
	25	99,3	7,66	9,4	11,00	10,2
	10	90,8	4,03	4,23	4,97	4,52



Tabla 80. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 14

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1242-14	Contenido de agua	-	D 95	0,21 ± 0,04	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,2 ± 0,2	%

Tabla 81. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 14

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
1243-14	NP	NP	NP
1244-14	26	21	5
1245-14	57	35	22

Tabla 82. Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1243-14 del Tramo 14

Porcentaje de compactación meta (%)	Humedad óptima meta W_{meta} (%)	Densidad seca máxima Próctor (kg/m^3)	Porcentaje de compactación (%)	Contenido de humedad (%)
95	8,6	2194	97	8,2

Tabla 83. Resultados de compactación del promedio de los 3 especímenes para la muestra 1245-14 del Tramo 14

Porcentaje de compactación meta (%)	Humedad óptima meta W_{meta} (%)	Densidad seca máxima Próctor (kg/m^3)	Porcentaje de compactación (%)	Contenido de humedad (%)
95	26,7	1492	96	26,1



A.15 Tramo #15: Pérez Zeledón – Río Convento

Tabla 84. Descripción del tramo Pérez Zeledón - Río Convento

Descripción del tramo	Pérez Zeledón - Río Convento
Provincia	San José
Cantón	Pérez Zeledón
Distrito	Daniel Flores
Ruta	2
Punto de referencia GPS	9.308531, -83.660369
Altitud	614 msnm
Sección de control	10002
TPDA (2016)	14325
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Valle de El General
Zona de conservación vial	4-1

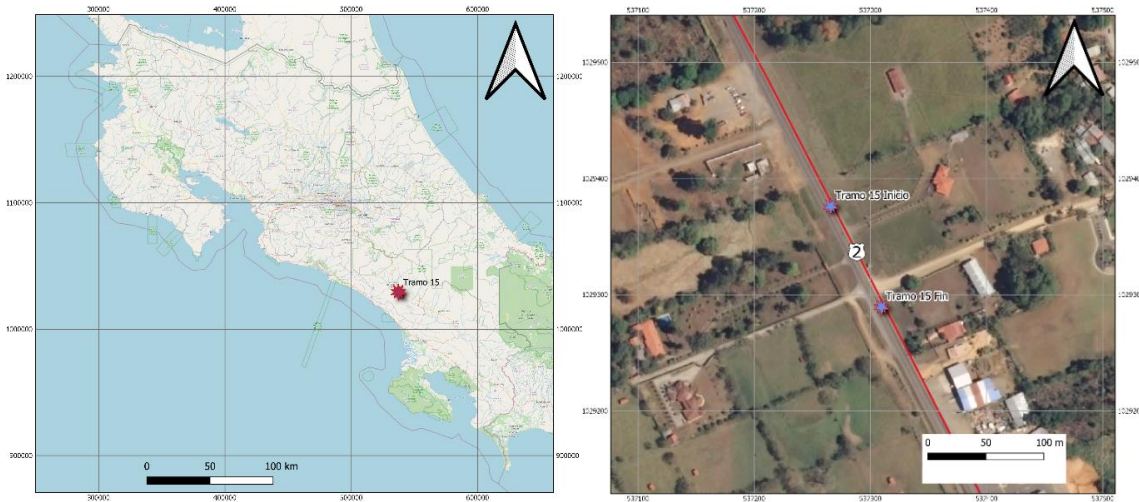


Figura 49. Ubicación del Tramo #15: Pérez Zeledón - Río Convento

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 28 de agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 89 de 206
--------------------------------	-------------	------------------

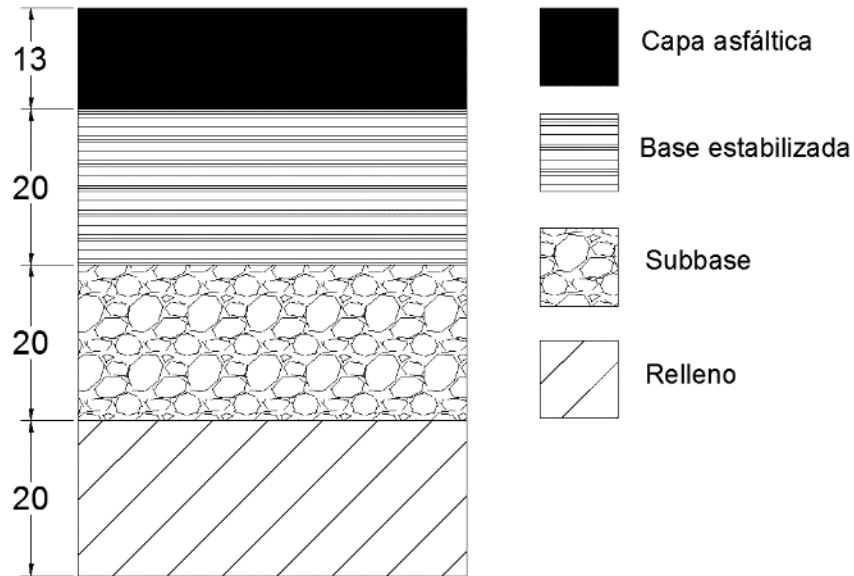


Figura 50. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 15 (cotas en cm)

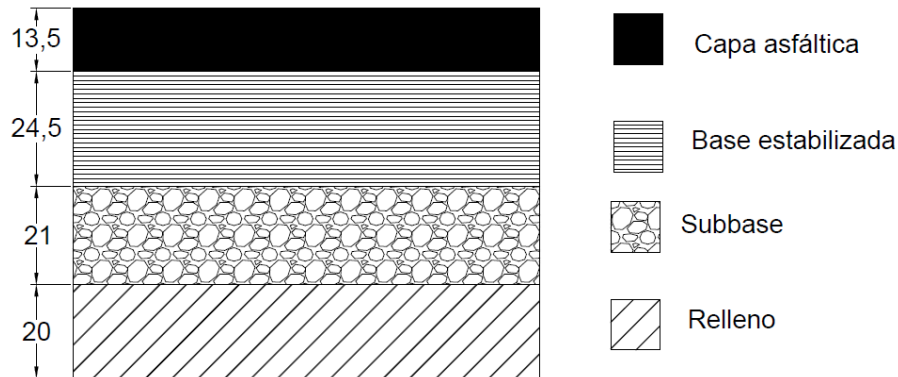


Figura 51. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 15 (cotas en cm)

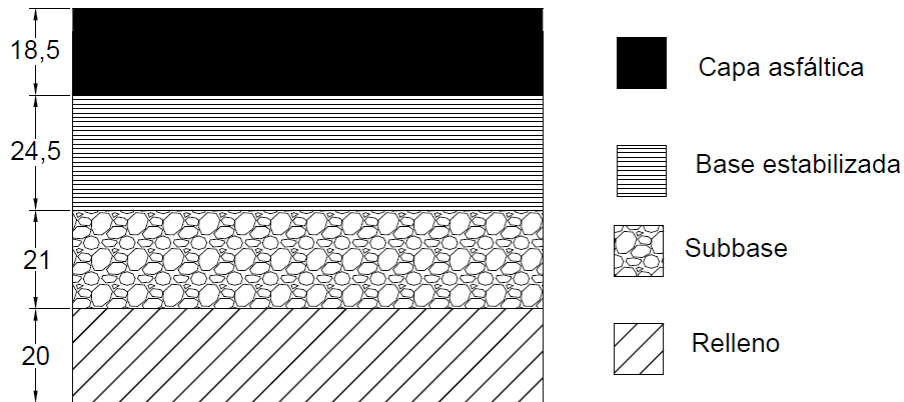


Figura 52. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 15 (cotas en cm)

Tabla 85. Ensayos realizados para el Tramo 15

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2629-14	Subbase						✓				
2630-14	Relleno						✓				



Tabla 86. Resultados de granulometría para el Tramo 15

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	2629-14	2630-14
3 1/2"		100
3"		98,2
2 1/2"		95,4
2"	100,0	87,3
1 1/2"	98,9	80,3
1"	93,2	70,3
3/4"	83,1	64,3
1/2"		
3/8"	63,1	56,8
N° 4	48,5	43,5
N° 8		
N° 10	36,9	36,5
N° 16		
N° 20		
N° 30		
N° 40	20,4	21,7
N° 50	17,4	
N° 60		
N° 100		
N° 140		
N° 200	9,25	8,07
Lavado malla #200	19,9	19,0



A.16 Tramo #16: Florencia – Santa Clara

Tabla 87. Descripción del tramo Florencia - Santa Clara

Descripción del tramo	Florencia - Santa Clara
Provincia	Alajuela
Cantón	San Carlos
Distrito	Florencia
Ruta	141
Punto de referencia GPS	10.358032, -84.480814
Altitud	215 msnm
Sección de control	20681
TPDA (2016)	6575
Velocidad promedio de operación	50 km/h
Zona Climática	Norte
Zona de conservación vial	6-1

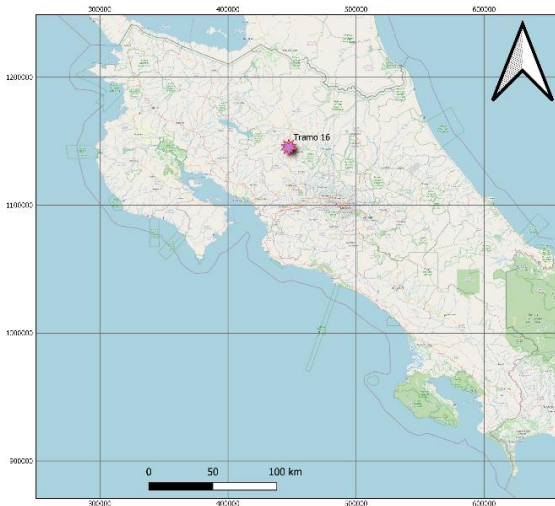


Figura 53. Ubicación del Tramo #16: Florencia - Santa Clara

En este tramo se ha realizado un cielo abierto en agosto del 2013, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de

GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

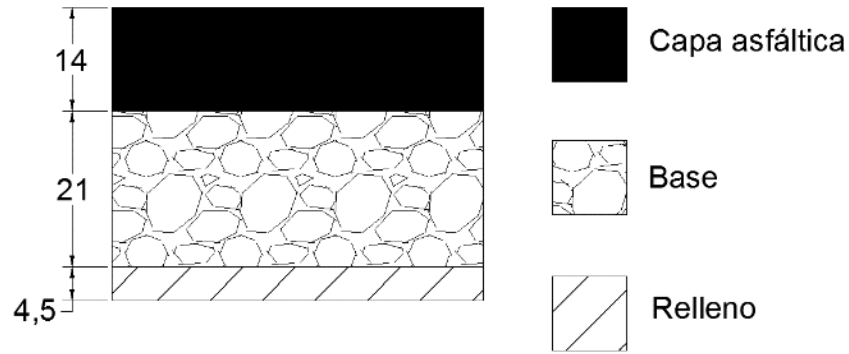


Figura 54. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 16 (cotas en cm)

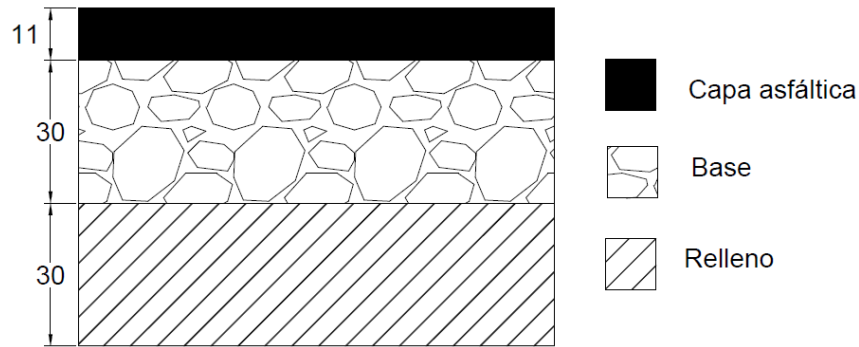


Figura 55. Espesores del pavimento realizado el 17 de noviembre del 2014 para el Tramo 16 (cotas en cm)

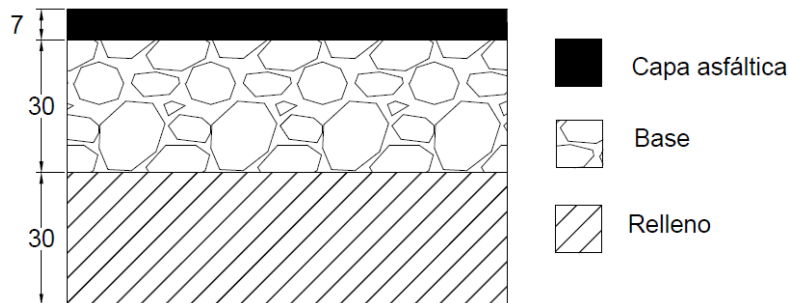


Figura 56. Espesores de pavimento realizado el 6 de agosto de 2019 para el Tramo 16 (cotas en cm)



Tabla 88. Ensayos realizados en el Tramo 16

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2519-14	Base				✓		✓	✓			
2521-14	Base				✓		✓	✓			
2522-14	Relleno				✓		✓	✓			
2523-14	Subrasante			✓							
2518-14	Núcleo						✓		✓	✓	

Tabla 89. Resultados de Próctor para el Tramo 16

Muestra	2519-14	2521-14	2522-14	2523-14
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	6,80%	7,80 %	8,2 %	37,5 %
Densidad seca máxima estándar	2205 kg/m3	2145 kg/m3	2140 kg/m3	1240 kg/m3
Dosificación:				
Grueso	100 %	100 %	100 %	0 %
Finos	0 %	0%	0 %	100 %
Mazo	Manual	Mecánico	Manual	Manual
Método	C	C	C	C
Origen del material	-	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No	No

Tabla 90. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 16

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
1242-14	Contenido de agua	-	D 95	0,56 ± 0,02	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,3 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,8 ± 0,2	%



A.17 Tramo #17: Ciudad Neilly – Paso Canoas

Tabla 91. Descripción del tramo Ciudad Neilly - Paso Canoas

Descripción del tramo	Ciudad Neilly - Paso Canoas
Provincia	Puntarenas
Cantón	Corredores
Distrito	Corredor
Ruta	2
Punto de referencia GPS	8.632507, -82.936651
Altitud	45 msnm
Sección de control	60001
TPDA (2015)	6176
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Pacífico Sur
Zona de conservación vial	4-3

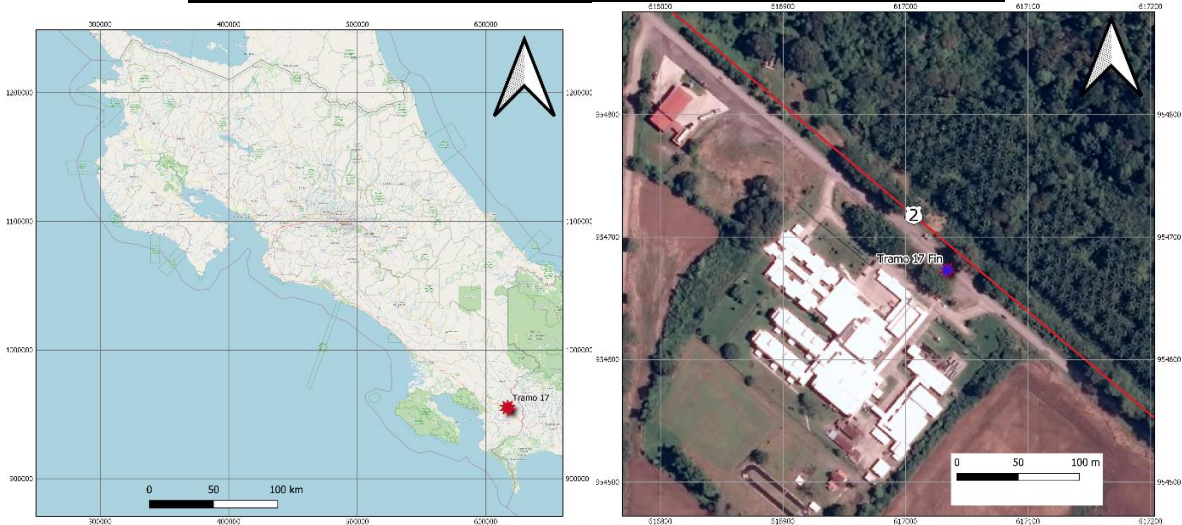


Figura 57. Ubicación del Tramo #17: Ciudad Neilly - Paso Canoas

En este tramo se han realizado dos cielos abiertos, en septiembre de 2013 y el día 05 de noviembre de 2014, de los cuales se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el

tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

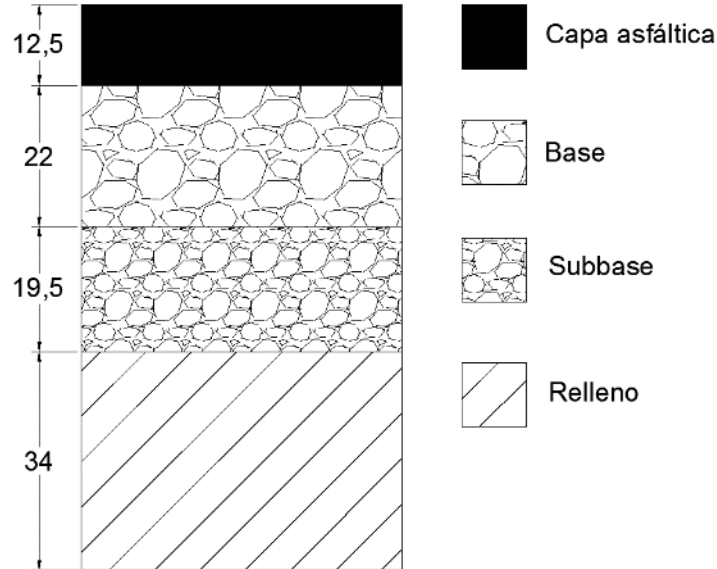


Figura 58. Espesores del pavimento realizado el 28 de agosto del 2013 para el Tramo 17 (cotas en cm)

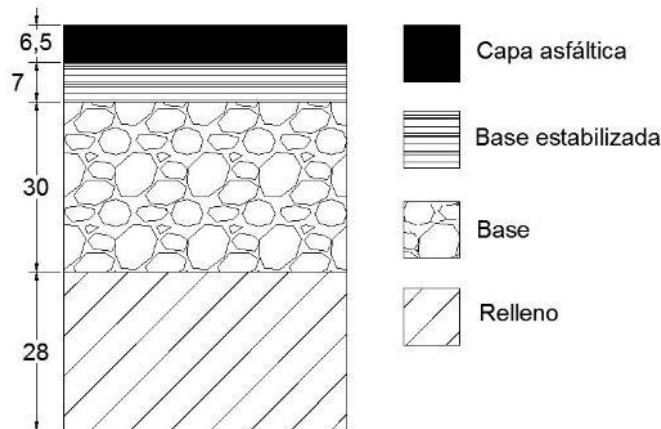


Figura 59. Espesores del pavimento realizado el 05 de noviembre del 2014 para el Tramo 17 (cotas en cm)

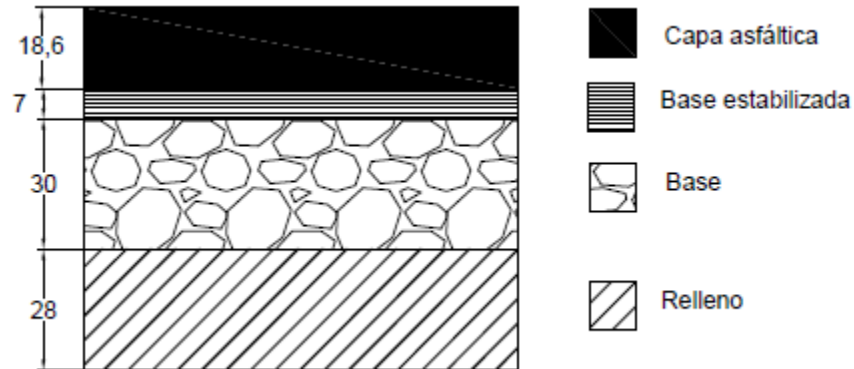


Figura 60. Espesores de pavimento realizado el 15 de julio de 2019 para el Tramo 17 (cotas en cm)

Tabla 92. Ensayos realizados en el Tramo 17

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2470-14	Núcleo						✓		✓	✓	
2471-14	Base				✓		✓	✓			
2472-14	Subrasante			✓							



Tabla 93. Resultados de granulometría para el Tramo 17

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	2471-14	2470-14
2"	100,0	
1 1/2"	100	
1"	85,6	100,0 ± 0,2
3/4"	69,8	100,0 ± 0,2
1/2"		90,3 ± 0,9
3/8"	45,6	83 ± 1,0
N° 4	32,8	52 ± 2,0
N° 8		34,4 ± 0,6
N° 10	22,5	
N° 16		23,4 ± 0,1
N° 30		16,8 ± 0,1
N° 40	12,7	
N° 50	11,3	12,12 ± 0,09
N° 100		8,7 ± 0,1
N° 200	7,91	6,3 ± 0,2
Lavado malla #200	24,8	

Tabla 94. Resultados de Próctor para el Tramo 17

Muestra	2471-14
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,50%
Densidad seca máxima estándar	2220 kg/m ³
Dosificación: Grueso Finos	100 % 0 %
Mazo	Manual
Método	C
Origen del material	-
Corrección sobre tamaño	No



Tabla 95. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 17

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2470-14	Contenido de agua	-	D 95	0,48 ± 0,02	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	5,8 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,2 ± 0,2	%



A.18 Tramo #18: Liberia – Peñas Blancas

Tabla 96. Descripción del tramo Liberia - Peñas Blancas

Descripción del tramo	Liberia - Peñas Blancas
Provincia	Guanacaste
Cantón	Liberia - La Cruz
Distrito	Santa Elena
Ruta	1
Punto de referencia GPS	10.891285, -85.602616
Altitud	103 msnm
Sección de control	50050
TPDA (2015)	3328
Velocidad promedio de operación	80 - 100 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-1

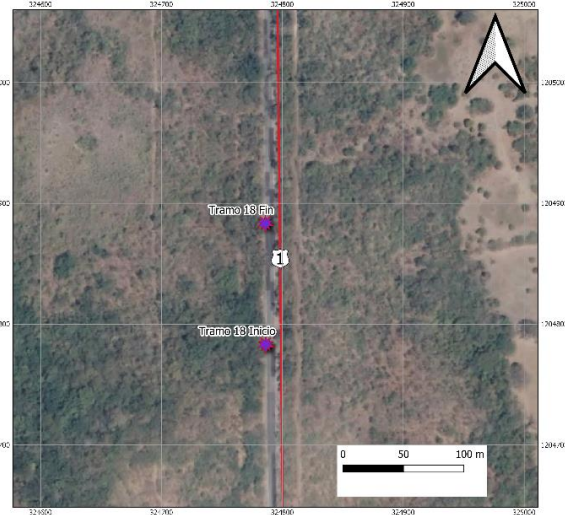
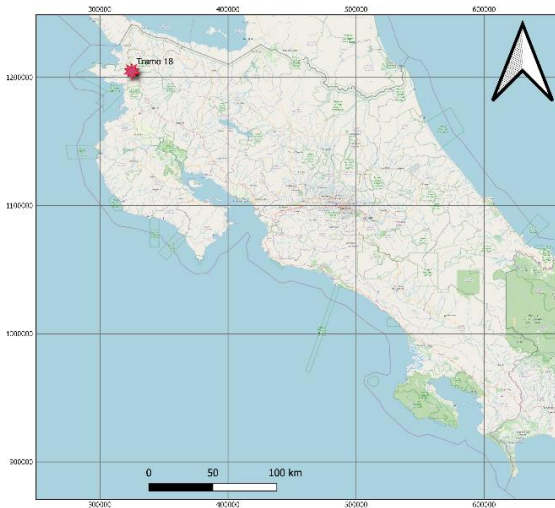


Figura 61. Ubicación del Tramo #18: Liberia - Peñas Blancas

En este tramo se realizó un ensayo de cielos abiertos en el año 2014, a dicho tramo se le han realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 101 de 206
--------------------------------	-------------	-------------------

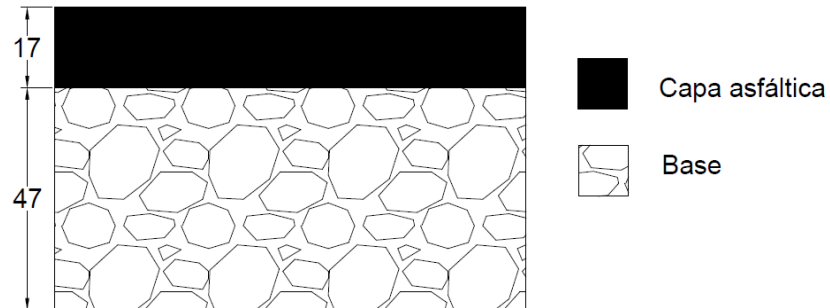


Figura 62. Espesores de pavimento realizado el 11 de noviembre del 2014 para el Tramo 18 (cotas en cm)

Tabla 97. Ensayos realizados en el Tramo 18

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2613-14	Núcleo						✓		✓	✓	
2616-14	Base				✓		✓	✓			
2617-14	Subrasante			✓							
2619-14	Subbase										



Tabla 98. Resultados de granulometría para el Tramo 18

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	2616-14	2619-14	2613-14
1 1/2"	100	100	
1"	92,0	90,7	100,0 ± 0,2
3/4"	84,6	85,7	100,0 ± 0,2
1/2"			95,4 ± 0,9
3/8"	72,3	78,3	85,7 ± 0,9
N° 4	64,4	66,3	60,2 ± 0,2
N° 8			40,5 ± 0,5
N° 10	55,9	58,5	
N° 16			28,2 ± 0,1
N° 30			21,1 ± 0,1
N° 40	29,9	35,3	
N° 50	25,2		15,9 ± 0,1
N° 100			11,64 ± 0,1
N° 200	12,0	17,2	8,33 ± 0,2
Lavado malla #200	24,8	29,9	

Tabla 99. Resultados de Próctor para el Tramo 18

Muestra	2616-14	2619-14	2620-14
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Proctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	12,4 %	11,0 %	19,5%
Densidad seca máxima estándar	1830 kg/m ³	1835 kg/m ³	1548 kg/m ³
Dosificación: Grueso Finos	100 % 0 %	100 % 0 %	0 % 100 %
Mazo	Manual	Manual	Manual
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



Tabla 100. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 18

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2470-14	Contenido de agua	-	D 95	0,62 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,2 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,7 ± 0,2	%



A.19 Tramo #19: Carrillo - Lajas

Tabla 101. Descripción del tramo Carrillo - Lajas

Descripción del tramo	Carrillo - Lajas
Provincia	Guanacaste
Cantón	Hojancha
Distrito	Puerto Carrillo
Ruta	160
Punto de referencia GPS	9.864967, -85.479377
Altitud	50 msnm
Sección de control	50460
TPDA	N/A
Velocidad promedio de operación	40 km/h
Zona Climática	Península Nicoya
Zona de conservación vial	2-4



Figura 63. Ubicación del Tramo #19: Carrillo - Lajas

En este tramo se realizó un ensayo de cielos abiertos en el año 2015, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 105 de 206
--------------------------------	-------------	-------------------

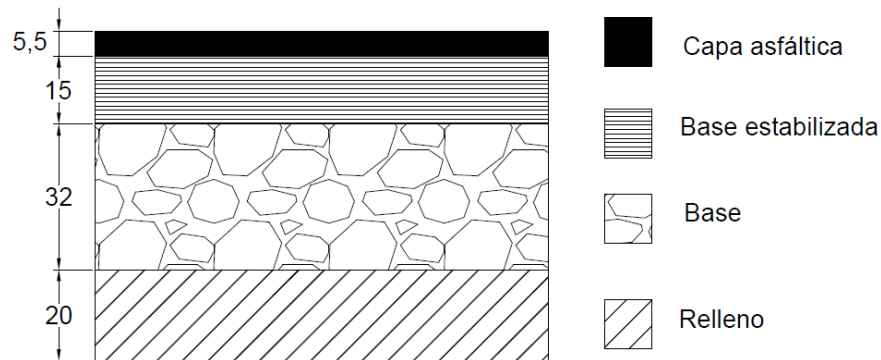


Figura 64. Espesores de pavimento Tramo 19 hecho 2015 (cotas en cm)

Tabla 102. Ensayos realizados en el Tramo 19

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2767-14	Núcleo						✓		✓	✓	

Tabla 103. Resultados de granulometría para el Tramo 19

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	2767-14
1"	100,0 ± 0,2
3/4"	100,0 ± 0,2
1/2"	93,0 ± 0,4
3/8"	82 ± 3,0
N° 4	53 ± 3,0
N° 8	37 ± 2,0
N° 16	25 ± 1,0
N° 30	19 ± 1
N° 50	14,2 ± 0,8
N° 100	10,0 ± 0,7
N° 200	7,2 ± 0,6



Tabla 104. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 19

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2767-14	Contenido de agua	-	D 95	0,6 ± 0,2	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,7 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	7,3 ± 0,3	%



A.20 Tramo #20: Cañas - Liberia

Tabla 105. Descripción del tramo Cañas - Liberia

Descripción del tramo	Cañas - Liberia
Provincia	Guanacaste
Cantón	Bagaces
Distrito	Bagaces
Ruta	1
Punto de referencia GPS	10.451857, -85.128987
Altitud	95 msnm
Sección de control	51120
TPDA (2015)	3328
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Golfo Nicoya y Llanura Guanacaste
Zona de conservación vial	2-3

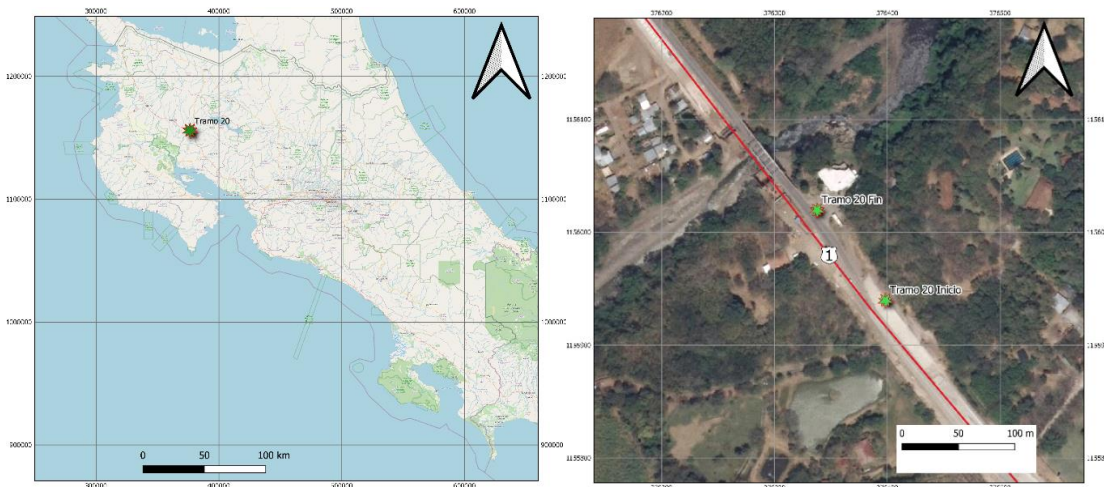


Figura 65. Ubicación del Tramo #20: Cañas - Liberia

Para este tramo se cuenta con un paquete estructural. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2015, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2008, 2010, 2012, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 108 de 206
--------------------------------	-------------	-------------------

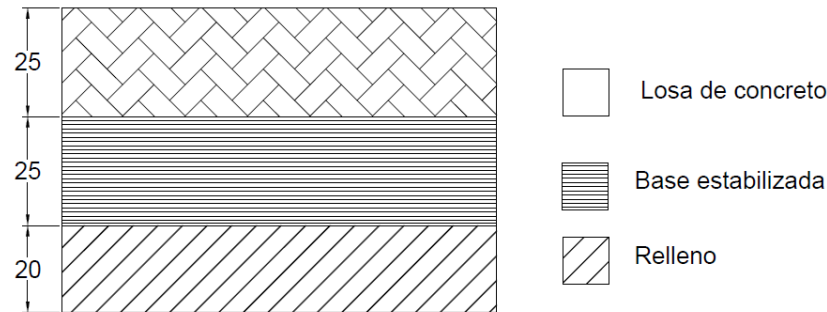


Figura 66. Espesores de pavimento Tramo 20 (cotas en cm) al 2016

Tabla 106. Ensayos realizados en el Tramo 20

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
0370-13	Suelo	✓	✓	✓		✓					
0371-13	Agregado fino		✓	✓		✓ (*)	✓	✓			
0372-13	Subbase		✓	✓		✓ (*)	✓	✓			

(*)-Se le realizó la prueba de CBR dos veces

Tabla 107. Resultados de Próctor para el Tramo 20

Muestra	0370-13	0371-13	0372-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	23,80%	27,50%	11,10%
Densidad seca máxima estándar	1347,4 kg/m ³	1264,0 kg/m ³	2008,9 kg/m ³
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	100 %
Finos	0%	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



Tabla 108. Resultados de granulometría para el Tramo 20

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	0370-13	0371-13	0372-13
3"		100	
2 1/2"		96,20	
2"	100	95,10	
1 1/2"	99	92,80	100
1"	99	89,00	89,7
3/4"	98	87,30	74,0
1/2"	95	83,90	54,2
3/8"	93	81,30	46,8
N° 4	89	75,50	36,5
N° 8		64,30	29,1
N° 10	85	61,20	27,6
N° 16		54,90	24,2
N° 20	20	50,00	21,6
N° 30		45,60	19,2
N° 40	76	41,50	16,9
N° 50		37,40	14,5
N° 60	71	35,40	13,4
N° 100	66	29,70	10,5
N° 140	63		
N° 200	61	20,90	7,80
Lavado malla #200		35,00	7,52



Tabla 109. Resultados de CBR para el Tramo 20

Muestra	No. golpes	Compactación	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
		(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
0370-13	56	95,0	4,5	4,5		
	25	86,7	1,7	1,8		
	10	82,1	1,5	1,3		
0371-13 (1)	56	101	30,1	43,8	41,6	48,5
	25	94,2	14,8	17,5	14,8	17,5
	10	86,4	2,6	3	2,6	3
0371-13 (2)	56	100	20,9	39,1	42,6	47,6
	25	93,8	11,90	18,5	18,20	21,2
	10	86,3	3,4	3,6	3,4	3,6
0372-13 (1)	56	99	28,3	48	42,6	57,1
	25	95,1	21,5	31,5	21,5	31,5
	10	89,9	8,5	12,6	8,5	12,6
0372-13 (2)	56	101	17,7	40,4	52,6	70,3
	25	93,9	11,8	16,5	11,8	16,5
	10	90,1	6,7	7,9	6,7	7,9

Tabla 110. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 20

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plasticidad
0370-13	46	23	22
0371-13	NP	NP	NP
0372-13	26	20	5



A.21 Tramo #21: La República - Virilla

Tabla 111. Descripción del tramo La República - Virilla

Descripción del tramo	La República - Virilla
Provincia	San José
Cantón	Goicoechea
Distrito	Calle Blancos
Ruta	32
Punto de referencia GPS	9.945829, -84.074420
Altitud	1170 msnm
Sección de control	19011
TPDA (2017)	35483
Velocidad promedio de operación	75 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1



Figura 67. Ubicación del Tramo #21: La República - Virilla

Para este tramo se muestra la estructura de pavimento existente. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017 y 2018. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2017, y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los

resultados actuales para los materiales extraídos en campo (los espesores de la estructura están siendo determinados):

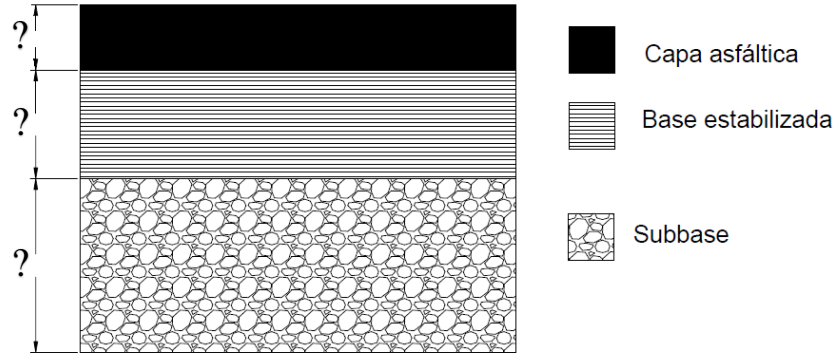


Figura 68. Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 21 (cotas en cm)

Tabla 112. Ensayos realizados en el Tramo 21

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
0385-13	Base		✓	✓ (*)		✓	✓	✓			
1858-13											
0386-13	Subbase		✓	✓		✓	✓	✓			

(*)- Se le realizó la prueba de CBR dos veces

Tabla 113. Resultados de Próctor para el Tramo 21

Muestra	0385-13	0386-13
Ensayo	Próctor Estándar	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO
Contenido de agua óptimo	13,30%	15,80%
Densidad seca máxima estándar	1726,0 kg/m ³	1732,0 kg/m ³
Dosificación:		
Grueso	100 %	100 %
Finos	0%	0%
Mazo	Mecánico	Mecánico
Método	C	C
Origen del material	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No



Tabla 114. Resultados de granulometría para el Tramo 21

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)	
	0385-13	0386-13
3 1/2"		100
3"		97,4
2"		91,4
1 1/2"	100,0	89,0
1"	95,8	82,5
3/4"	84,9	79,1
3/8"	60,3	
N° 4	43,4	61,6
N° 10	29,1	
N° 40	14,5	36,6
N° 50	12,1	
N° 200	6,39	23,6
Lavado malla #200	15	47,9

Tabla 115. Resultados de CBR para el Tramo 21

Muestra	No. golpes	Compactación (%)	% CBR Calculado		% CBR Corregido	
			0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
0385-13 (1)	56	99,0	25,9	39,6	37,9	45,2
	25	94,7	16,0	19,7	16	19,7
	10	91,3	4,4	6,7	4,4	6,7
0385-13 (2)	56	100	25,2	40,5	36,7	47,3
	25	94,2	15,5	20,3	15,5	20,3
	10	91,1	6,8	8	6,8	8
0386-13	56	96	39,5	39,8		
	25	92,4	23,70	23,5		
	10	86,4	4,3	4,1		

Tabla 116. Resultados de límites de Atterberg para el Tramo 21

Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice plasticidad
0385-14	NP	NP	NP
0386-15	NP	NP	NP

A.22 Tramo #22: Circunvalación (tramo reciclado)

Tabla 117. Descripción del tramo de circunvalación tramo reciclado

Descripción del tramo	Circunvalación tramo reciclado
Provincia	San José
Cantón	San José
Distrito	Mata Redonda
Ruta	39
Punto de referencia GPS	9.934454, -84.116419
Altitud	1085 msnm
Sección de control	19093
TPDA (2018)	48463
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Valle Central
Zona de conservación vial	1-1

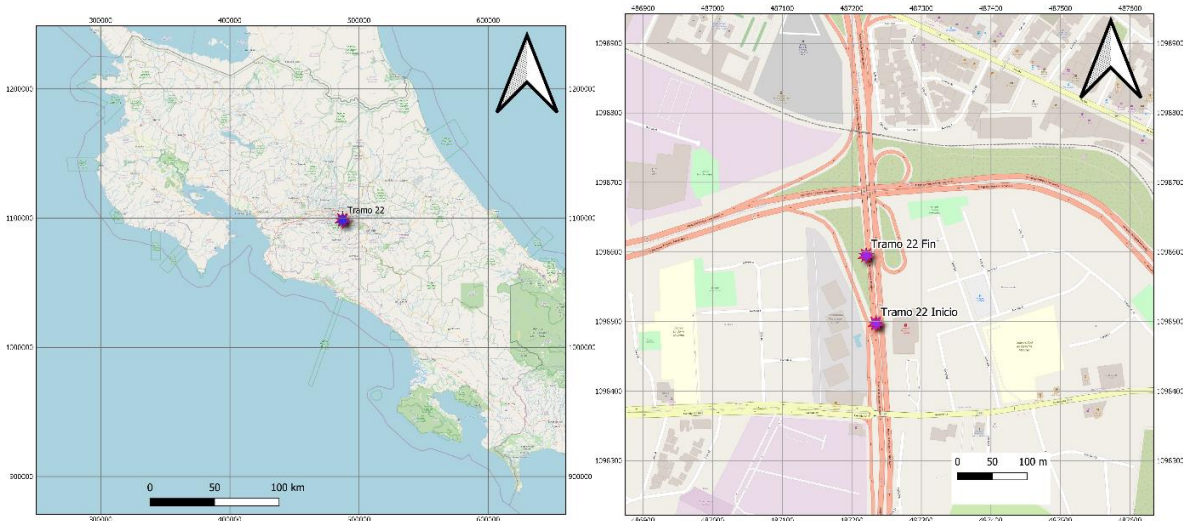


Figura 69. Ubicación del Tramo #22: Circunvalación tramo reciclado

Para este tramo se muestra la estructura de pavimento existente. A dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017 y 2018. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. Los espesores de la estructura están siendo verificados en campo con ayuda de equipo no destructivo.

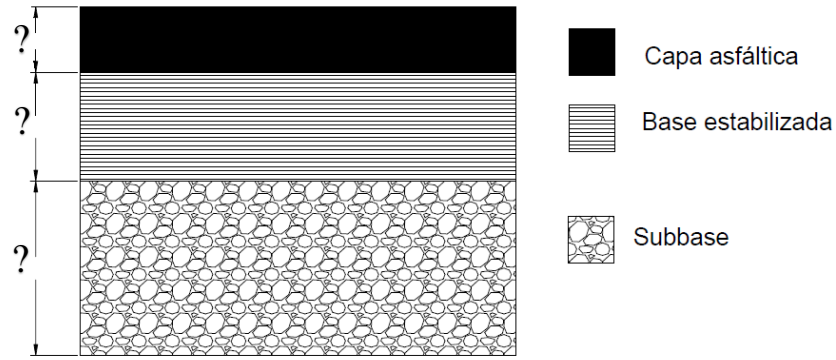


Figura 70. Espesores (pendientes) del pavimento para el Tramo 22 (cotas en cm)



A.23 Tramo #23: Tamarindo

Tabla 118. Descripción del tramo Tamarindo

Descripción del tramo	Tamarindo
Provincia	Guanacaste
Cantón	Santa Cruz
Distrito	Tamarindo
Ruta	152
Punto de referencia GPS	10.295825, -85.799808
Altitud	40 msnm
Sección de control	50261
TPDA (2015)	4580
Velocidad promedio de operación	50 km/hr
Zona Climática	Guanacaste
Zona de conservación vial	2-3

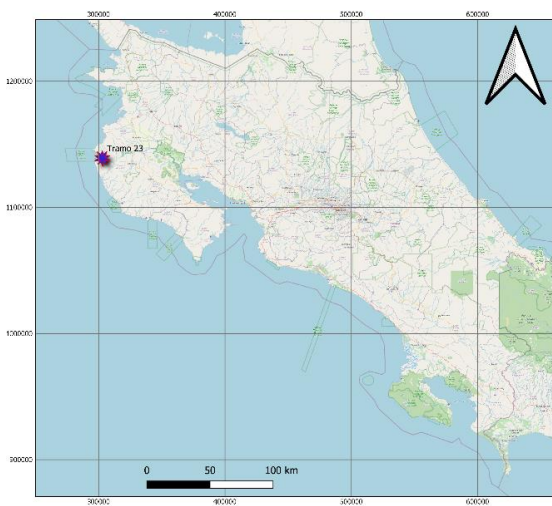


Figura 71. Ubicación del Tramo #23: Tamarindo



A.24 Tramo #24: Cahuita - Penhurst

Tabla 119. Descripción del tramo Cahuita - Penhurst

Descripción del tramo	Cahuita - Penhurst
Provincia	Limón
Cantón	Talamanca
Distrito	Cahuita
Ruta	36
Punto de referencia GPS	9.752935, -82.876268
Altitud	17 msnm
Sección de control	70030
TPDA (2017)	3440
Velocidad promedio de operación	60 km/h
Zona Climática	Caribe Sur
Zona de conservación vial	5-2

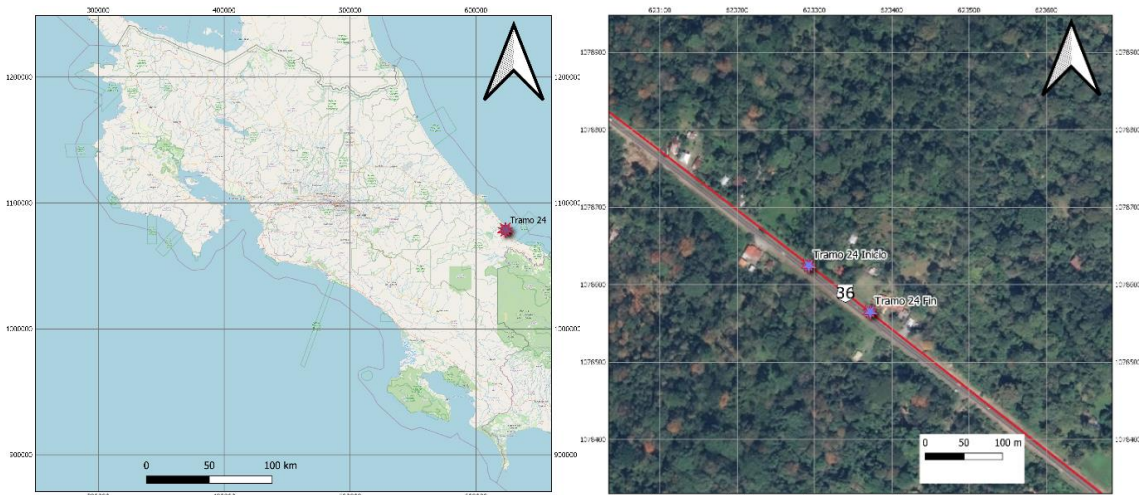


Figura 72. Ubicación del Tramo #24: Cahuita - Penhurst

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 22 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 118 de 206
--------------------------------	-------------	-------------------

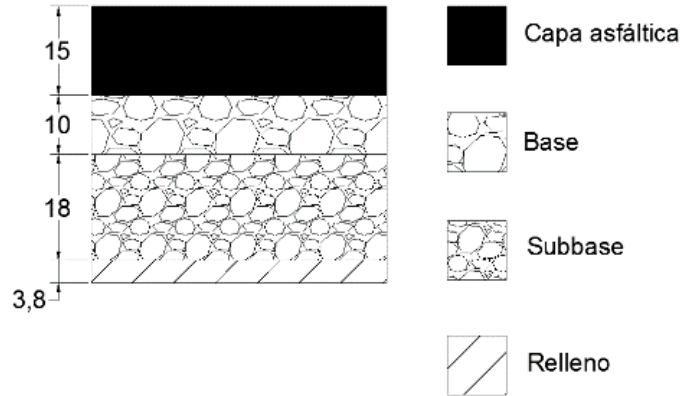


Figura 73. Espesores del pavimento realizado el 22 de setiembre del 2014 para el Tramo 24 (cotas en cm)

Tabla 120. Ensayos realizados en el Tramo 24

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CBR	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2138-14	Base				✓		✓	✓			
2139-14	Subbase				✓						
2140-14	Subrasante			✓			✓	✓			
2142-14	Núcleo						✓		✓	✓	

Tabla 121. Resultados de Próctor para el Tramo 24

Muestra	2138-14	2139-14	2140-14
Ensayo	Próctor Modificado	Próctor Modificado	Próctor Estándar
Preparación del material	Seco al aire	Seco al aire	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO	NO	NO
Contenido de agua óptimo	5,0 %	11,0 %	11,0 %
Densidad seca máxima estándar	2282 kg/m ³	2100 kg/m ³	1945 kg/m ³
Dosificación:			
Grueso	100 %	100 %	0 %
Finos	0%	0%	100%
Mazo	Manual	Mecánico	Manual
Método	C	C	C
Origen del material	-	-	-
Corrección sobre tamaño	No	No	No



Tabla 122. Resultados de granulometría para el Tramo 24

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)		
	2142-14	2138-14	2139- 14
2"			100
1 1/2"		100	99,1
1"	100 ± 0,2	84,0	98,3
3/4"	100 ± 0,2	67,3	97,4
1/2"	95,7 ± 0,5		95,4
3/8"	81,5 ± 0,2	48,0	
N° 4	51,8 ± 0,9	36,9	92,9
N° 8	34,8 ± 0,1		
N° 10		27,9	90,2
N° 16	23,7 ± 0,1		
N° 30	17,6 ± 0,1		
N° 40		12,0	37,2
N° 50	12,93 ± 0,09	9,45	
N° 100	9,24 ± 0,07		
N° 200	6,60 ± 0,06	5,35	13,2
Lavado malla #200		14,3	24,8

Tabla 123. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 24

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2142-14	Contenido de agua	-	D 95	0,54 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,3 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,7 ± 0,3	%

A.25 Tramo #25: San Clemente – Bananito Sur

Tabla 124. Descripción del tramo San Clemente - Bananito Sur

Descripción del tramo	San Clemente - Bananito Sur
Provincia	Limón
Cantón	Limón
Distrito	Matama
Ruta	36
Punto de referencia GPS	9.855252, -82.943324
Altitud	8 msnm
Sección de control	70040
TPDA	2290
Velocidad promedio de operación	70 km/h
Zona Climática	Caribe Sur
Zona de conservación vial	5-2

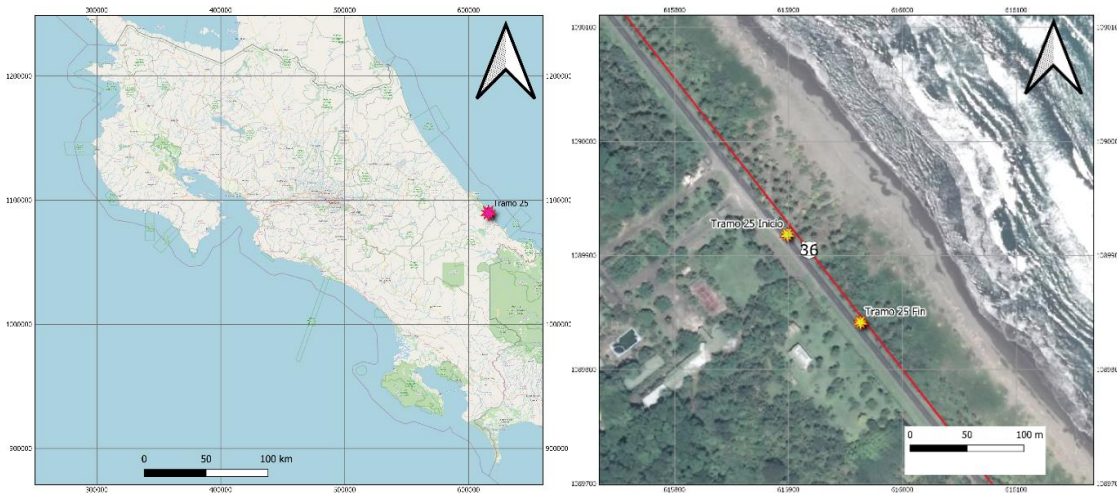


Figura 74. Ubicación del Tramo #25: San Clemente - Bananito Sur

En este tramo se ha realizado un cielo abierto el día 25 de setiembre del 2014, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2014, 2017, 2018 y 2019. Por otra parte, se realizó ensayo de rugosidad en el año 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en los años 2015, 2017 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en los años 2015, 2017, 2018 y 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

Informe LM-PI-UIIT-114-2020-R1	Julio, 2020	Página 121 de 206
--------------------------------	-------------	-------------------

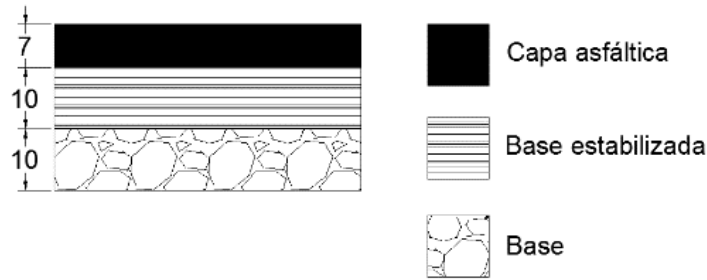


Figura 75. Espesores del pavimento realizado el 25 de setiembre del 2014 para el Tramo 25 (cotas en cm)

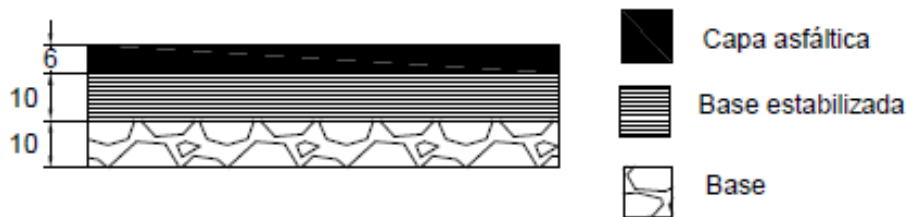


Figura 76. Espesores de pavimento realizado el 10 de julio de 2019 para el Tramo 25 (cotas en cm)

Tabla 125. Ensayos realizados en el Tramo 25

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulométrica	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
2142-14	Bloque						✓		✓	✓	

Tabla 126. Resultados de granulometría para el Tramo 25

Malla No.	Porcentaje Pasando (%)
	2142-14
1"	100,0 ± 0,2
3/4"	100,0 ± 0,2
1/2"	95,7 ± 0,5
3/8"	81,5 ± 0,2
N° 4	51,8 ± 0,9
N° 8	34,8 ± 0,1
N° 16	23,7 ± 0,1
N° 30	17,6 ± 0,1
N° 50	12,93 ± 0,09
N° 100	9,24 ± 0,07
N° 200	6,60 ± 0,06



Tabla 127. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 25

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
2142-14	Contenido de agua	-	D 95	0,54 ± 0,08	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,3 ± 0,3	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172	6,7 ± 0,3	%



A.26 Tramo #26: Abundancia – Florencia

Tabla 128. Descripción del tramo

Descripción del tramo	Abundancia – Florencia
Provincia	Alajuela
Cantón	San Carlos
Distrito	Florencia
Ruta	35
Punto de referencia GPS	10.345730, -84.455070
Altitud	416 msnm
Sección de control	-
TPDA	-
Velocidad promedio de operación	65km/h
Zona Climática	Región Norte
Zona de conservación vial	6-2

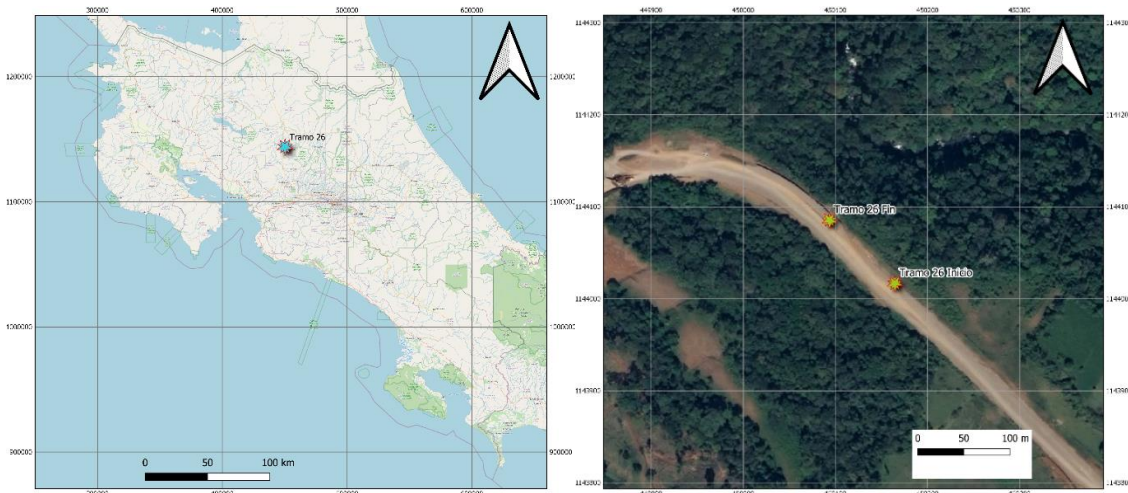


Figura 77. Ubicación del Tramo #26: Abundancia – Florencia

En este tramo se ha realizado un cielo, del cual se extrajo material de las capas constituyentes del pavimento, a dicho tramo se le ha realizado distintas evaluaciones del deterioro del pavimento en el año 2018 y 2019. Por otra parte, se le realizó ensayo de rugosidad en el año 2019. Los ensayos de deflectometría se realizaron en el año 2018 y 2019. Finalmente, en el tramo se realizó el ensayo de GRIP en el año 2019. A continuación, se presenta un resumen de los resultados actuales para los materiales extraídos en campo:

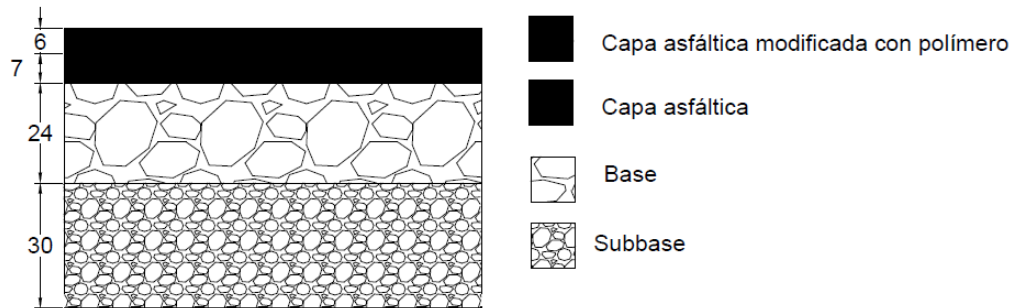


Figura 78. Espesores del pavimento para el Tramo 26 (cotas en cm)

Tabla 129. Ensayos realizados en el Tramo 26

Muestra	Tipo Muestra	Tamaño partícula de suelo	Límites	Próctor estándar	Próctor modificado	CB R	Análisis granulometría	Material más fino (No 200)	Contenido de asfalto	Contenido de agua en mezcla	Módulo de resiliencia
0933-17	Subbase		✓		✓		✓	✓			
1111-17	Préstamo		✓		✓	✓	✓	✓			
2184-17	Base						✓	✓			
0310-18	Mezcla asfáltica						✓		✓	✓	

Tabla 130. Resultados de contenido de agua y asfalto para el Tramo 26

Muestra	Ensayo	Método de ensayo		Resultados n=2	Unidades
		AASHTO	ASTM		
0310-18	Contenido de agua	-	D 95	0,199	%
	Contenido de asfalto sobre la mezcla	T 308	D 6307	6,0	%
	Contenido de asfalto sobre el agregado	T 308	D 2172		%

Tabla 131. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados al subrasante (suelo)

Ensayo	Resultado	
Límites de Atterberg	54	Límite Líquido
	45	Límite Plástico
Próctor Estándar	1320 kg/m ³	Densidad seca máxima
	36.2%	Contenido óptimo de agua
CBR	14	A1 95% de compactación
	11	A1 90% de compactación

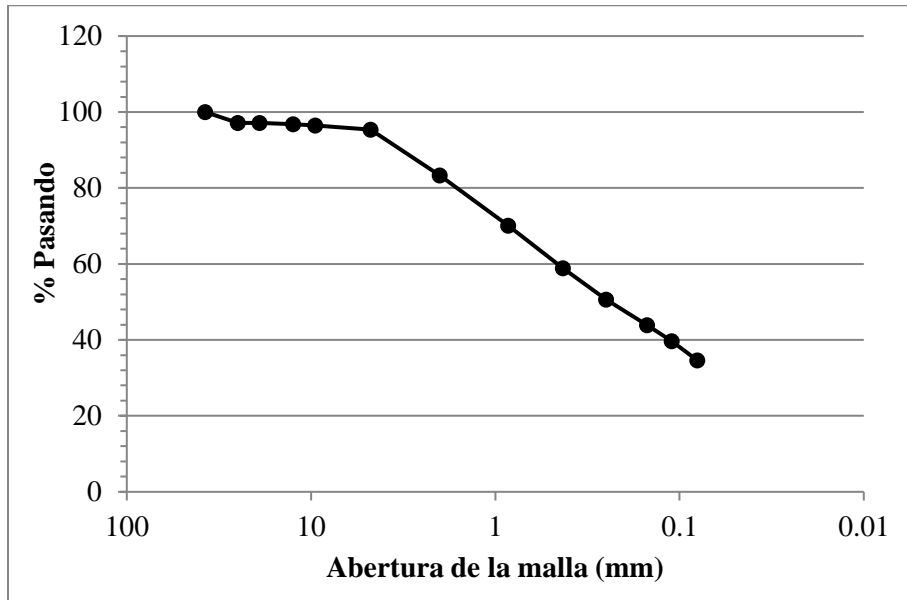


Figura 79. Curva granulométrica material de subrasante (suelo)

Material de subrasante (préstamo)

Tabla 132. *Ensayos de caracterización física y mecánica realizados a la subrasante (préstamo)*

Ensayo	Resultado	
Límites de Atterberg	NP	
Próctor Modificado	2190 kg/m ³	Densidad seca máxima
	8%	Contenido óptimo de agua
CBR	90	Al 98% de compactación
	35	Al 95% de compactación

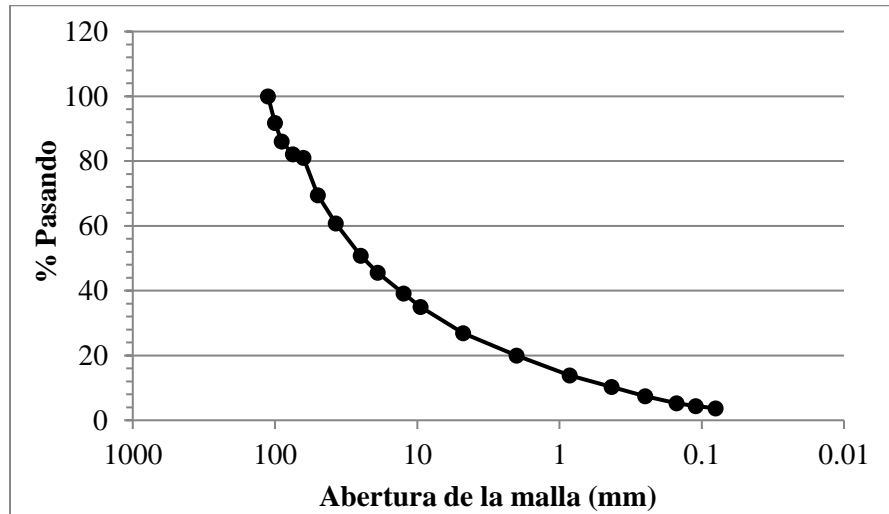


Figura 80. Curva granulométrica material de subrasante (préstamo)

Material de subbase

Tabla 133. Ensayos de caracterización física y mecánica realizados al subbase

Ensayo	Resultado	
Límites de Atterberg	NP	
Gravedad específica	2.77	Gs
	2.56	Gbs
	2.64	Gbss
Absorción	2.90%	
Densidad	2770 kg/m ³	Ds
	2560 kg/m ³	Dbss
	2630 kg/m ³	Dbss
Próctor Modificado	2176 kg/m ³	Densidad seca máxima
	10.0%	Contenido óptimo de agua

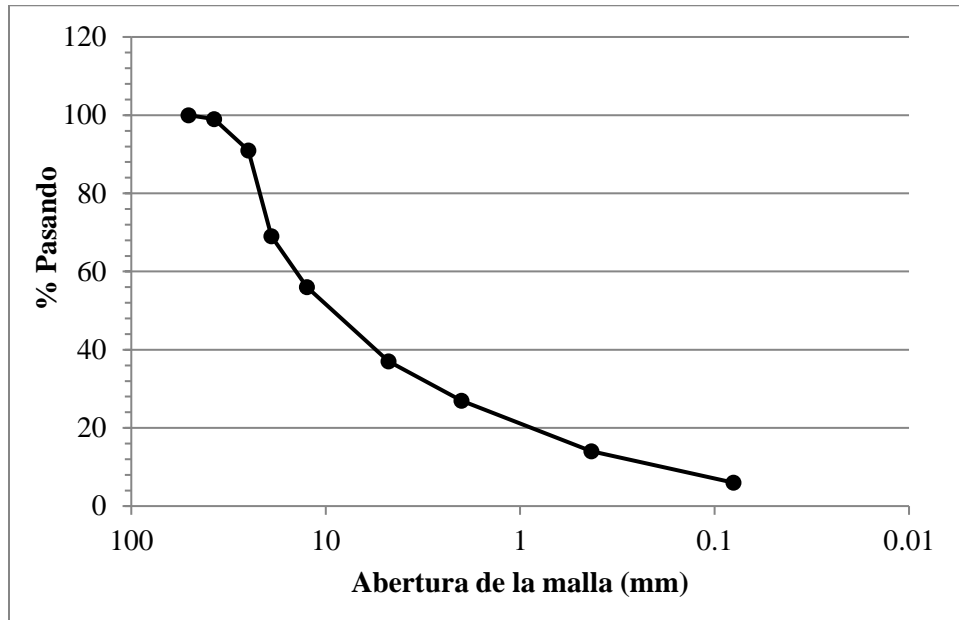


Figura 81. Curva granulométrica material de subbase



ANEXO B: DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD)

Tabla 134. Resumen de deflectometría por tramo

Tramo	D1				D9			
	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
1 Sabalito-Las Mellizas	20,00	23,29	22,45	24,41	6,95	7,53	7,20	7,39
2 Quepos-Barú	11,51	13,08	13,75	15,77	2,83	3,16	2,84	3,33
3 Moravia-Coronado	56,57	47,44		49,56	7,40	7,11		7,99
4 Cartago-Paraíso	8,35	10,51	8,89	10,06	2,30	3,08	2,31	3,05
5 Barú - Piñuela		15,65	17,63	18,36		2,93	2,76	2,87
6 Jaco-Orotina	19,64	31,25	25,05	23,67	3,31	3,68	3,79	4,24
7 Interamericana-Caldera	13,45	12,37	12,34	15,15	3,08	3,40	3,22	3,63
8 Los Ángeles-Santo Domingo	12,81	14,18	12,76	13,20	3,06	2,92	3,14	2,99
9 Guácimo - Pocora	28,57	24,71	30,09	29,49	2,81	1,89	2,27	2,16
10 Limón-Siquirres	24,11	23,10	25,76	31,71	1,62	1,25	1,30	1,35
11 Palaya Hermosa-Esterillos	6,05	8,45	9,94	8,50	1,83	1,67	2,18	2,49
12 Santa Cruz-Nambí	18,35	21,26	21,07	24,08	2,17	2,26	2,45	2,66
13 Cot - Volcán Irazú	63,13	94,23	53,02	57,38	10,01	10,87	9,94	9,14
14 Buenos Aires-Cajón	11,49	17,01	12,66	12,02	3,66	5,56	3,82	3,99
15 Pérez Zeledón -Río Convento	8,01	9,71	9,85	10,60	2,58	2,84	2,70	2,89
16 Florencia-Santa Clara	36,35	30,97	38,81	12,59	3,61	3,59	3,75	2,35
17 Ciudad Neilly-Paso Canoas	20,84	32,30	24,83	22,86	2,99	3,23	2,98	3,11
18 Liberia-Penas Blancas	40,45	51,26	17,41	21,94	3,03	2,81	2,65	3,93
19 Carrillo-Lajas	22,56	28,34	21,71	25,02	4,94	4,47	4,15	4,42
20 Canas-Liberia	-	-	-	-	-	-	-	-
21 Ruta 32 - La República	-	-	-	-	-	-	-	-
22 Circunvalación	77,34	73,86	25,02	27,23	3,99	3,81	2,76	2,63



Tramo	D1				D9			
	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
23 Tamarindo	28,27	27,29	33,43	34,63	4,26	4,40	4,16	4,31
24 Cahuita - Penhurst	58,65	58,94	60,00	58,29	7,37	5,75	4,43	3,67
25 San Clemente-Bananito Sur	65,65	65,51	71,82	72,57	3,72	2,96	3,82	3,55
26 Abundancia - Florencia	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 135. Resumen de deflectometría por sentido

Tramo	D1a				D1b				D9a				D9b			
	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
20 Cañas-Liberia	6,57	10,58	8,52	8,27	15,53	7,92	7,63	7,07	3,83	4,81	4,77	4,80	3,08	4,45	4,65	4,14
21 Ruta 32 - La República	22,24	21,77	23,56	21,72		19,59	15,69	12,24	2,72	3,98	2,78	2,95		3,60	2,27	2,47
26 Abundancia - Florencia			12,45	41,57			13,62	51,91			2,42	3,46			2,75	4,02

Tabla 136. Rangos de deflexión según TPD, utilizados para clasificar resultados de FWD

TPD (Tránsito Promedio Diario)	Menor a 5 000 vpd	5 000 - 15000 vpd	15000 - 40 000 vpd	Casos Especiales
Categorías de deflexión	TPD Bajo	TPD Bajo	TPD Bajo	Especiales
Rangos (en mm x 10 ⁻³)				
Bajas	menor a 7,65	menor a 7,08	menor a 5,92	menor a 4,85
Moderadas	7,65 - 8,85	7,08 - 8,33	5,92 - 6,94	4,85 - 5,76
Altas	8,85 - 11,57	8,33 - 11,29	6,94 - 9,52	5,76 - 8,08
Muy altas	mayor a 11,57	mayor a 11,29	mayor a 9,52	mayor a 8,08

Fuente: LANAMME, 2019



Tabla 137. Resumen de áreas promedio por tramo

Tramo		Área			
		2015	2017	2018	2019
1	Sabalito-Las Mellizas	828,51	717,05	741,02	740,22
2	Quepos-Barú	672,47	637,50	602,66	571,41
3	Moravia-Coronado	513,73	532,91		570,45
4	Cartago-Paraíso	583,85	593,16	554,96	608,81
5	Barú - Piñuela		559,80	533,64	539,38
6	Jaco-Orotina	694,46	568,75	626,29	704,04
7	Interamericana-Caldera	634,04	734,92	706,60	731,64
8	Los Ángeles-Santo Domingo	704,31	584,68	736,62	634,79
9	Guácimo - Pocora	514,35	490,89	503,23	516,59
10	Limón-Siquirres	507,25	466,32	461,12	425,45
11	Palaya Hermosa-Esterillos	831,80	699,48	520,26	639,62
12	Santa Cruz-Nambí	629,87	568,94	586,02	607,73
13	Cot - Volcán Irazú	621,40	465,59	633,95	545,40
14	Buenos Aires-Cajón	852,05	784,09	755,06	801,93
15	Pérez Zeledón -Río Convento	731,95	714,21	647,17	661,96
16	Florencia-Santa Clara	438,12	491,53	502,66	665,55
17	Ciudad Neilly-Paso Canoas	494,99	402,64	435,80	475,30
18	Liberia-Penas Blancas	558,99	484,48	643,57	727,73
19	Carrillo-Lajas	882,95	685,35	731,92	753,18
20	Canas-Liberia	-	-	-	-
21	Ruta 32 - La República	-	-	-	-
22	Circunvalación	427,52	435,20	530,71	534,67
23	Tamarindo	552,82	636,42	603,33	607,09
24	Cahuita - Penhurst	496,16	462,57	449,25	440,18
25	San Clemente-Bananito Sur	426,79	398,69	409,03	391,79
26	Abundancia - Florencia	-	-	-	-



Tabla 138. *Resumen de áreas promedio por sentido*

Tramo		Área a				Área b			
		2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
20	Cañas-Liberia	1058,15	869,28	927,24	913,07	601,81	889,05	942,83	918,95
21	Ruta 32 - La República	453,73	513,53	438,59	462,70		479,19	435,37	484,53
26	Abundancia - Florencia			638,56	384,48			619,80	401,78

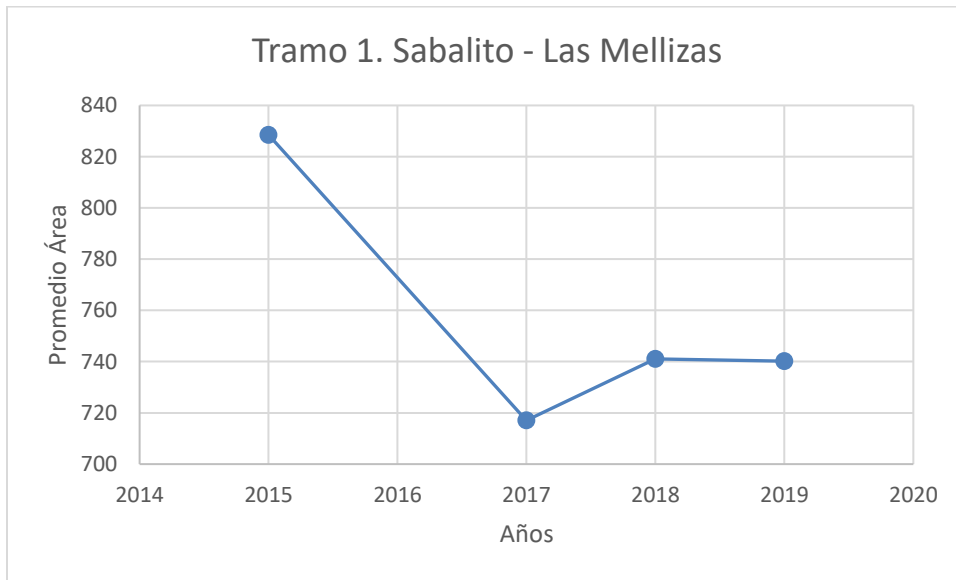
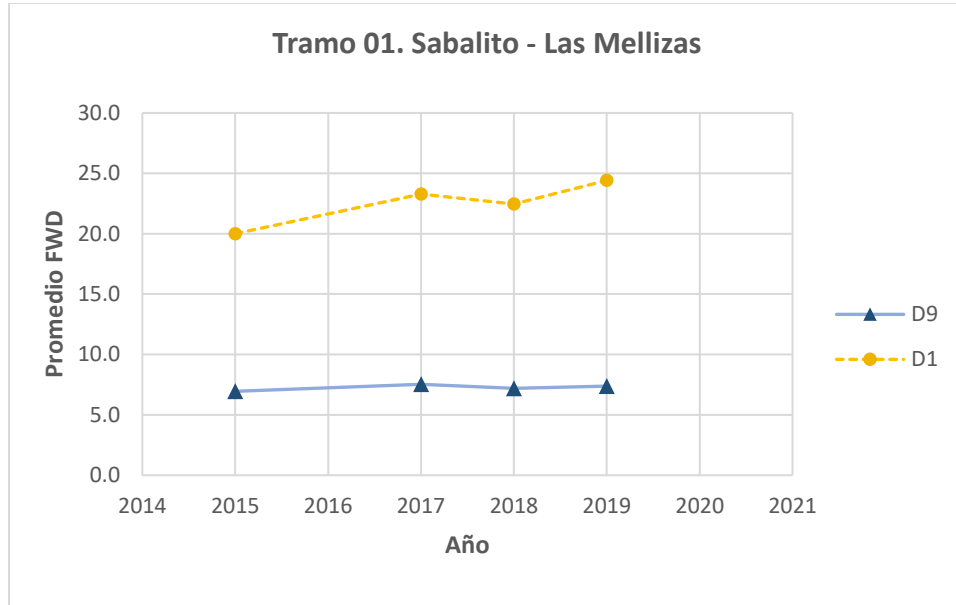


Figura 82. Deflectometría Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas



Figura 83. Deflectometría Tramo #2 Quepos-Barú

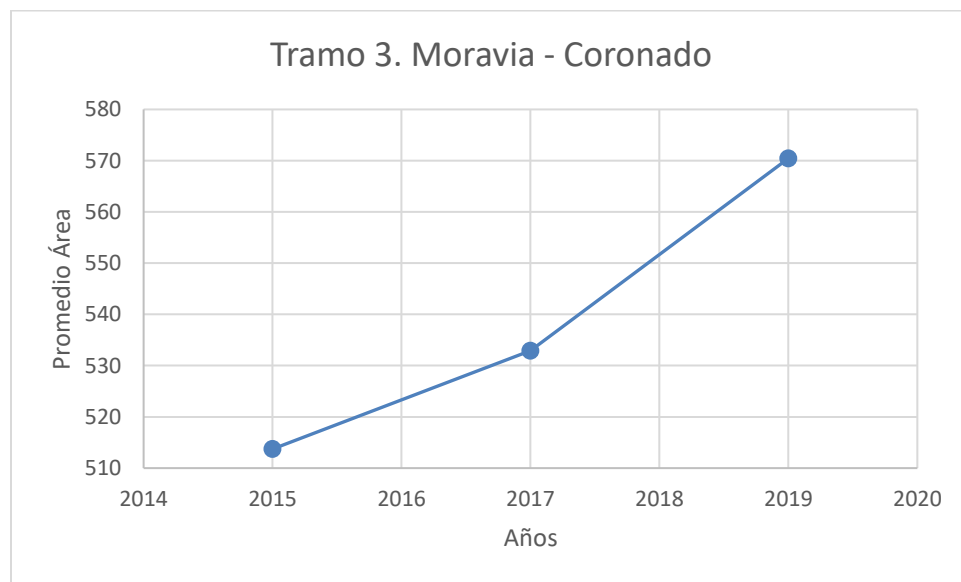
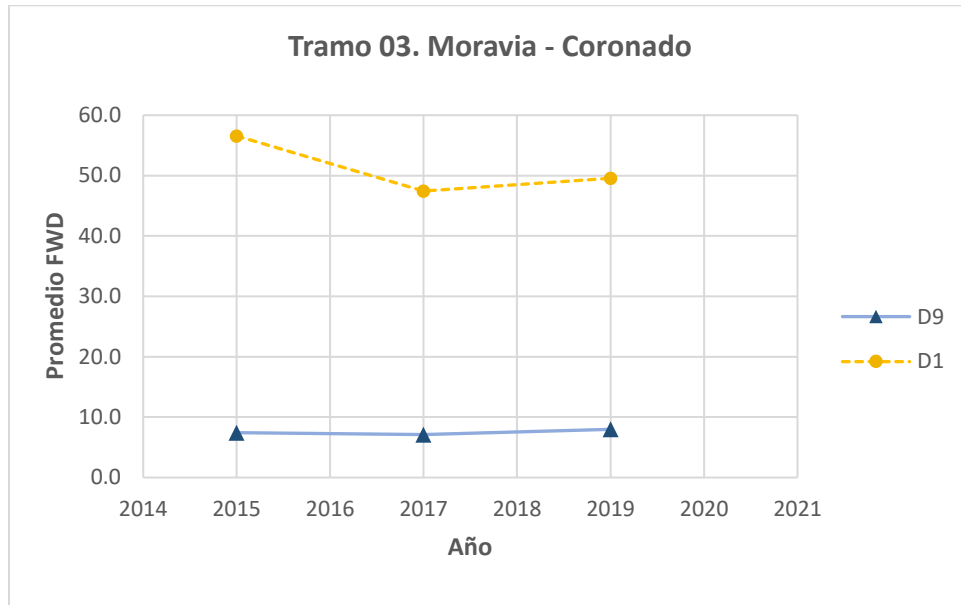


Figura 84. Deflectometría Tramo #3 Moravia-Coronado

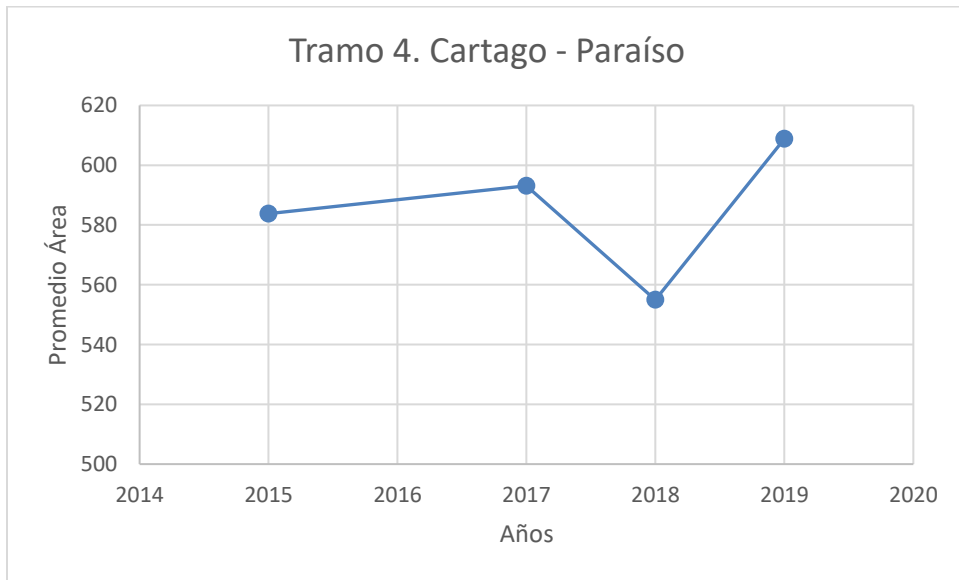
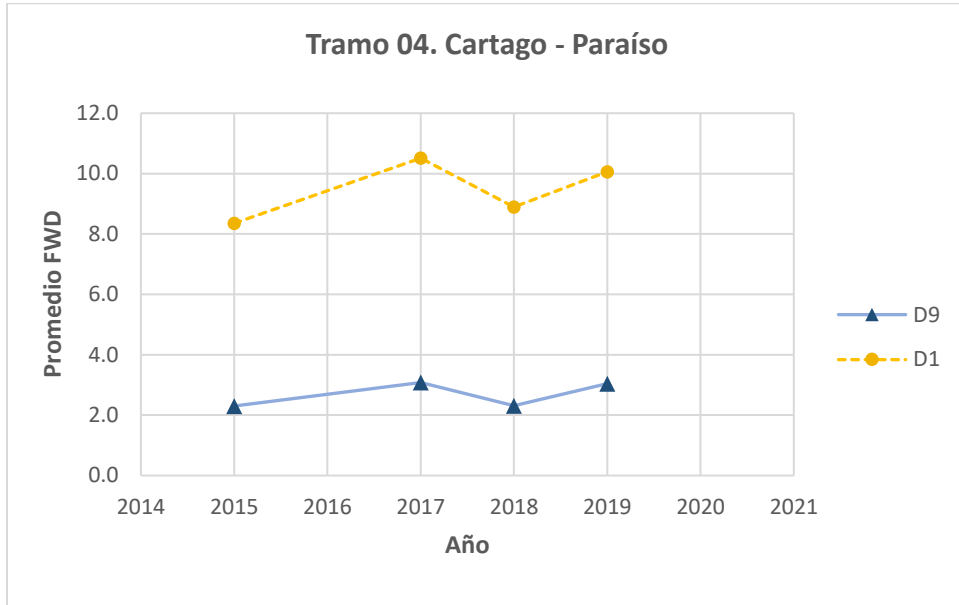


Figura 85. Deflectometría Tramo #4 Cartago-Paraíso

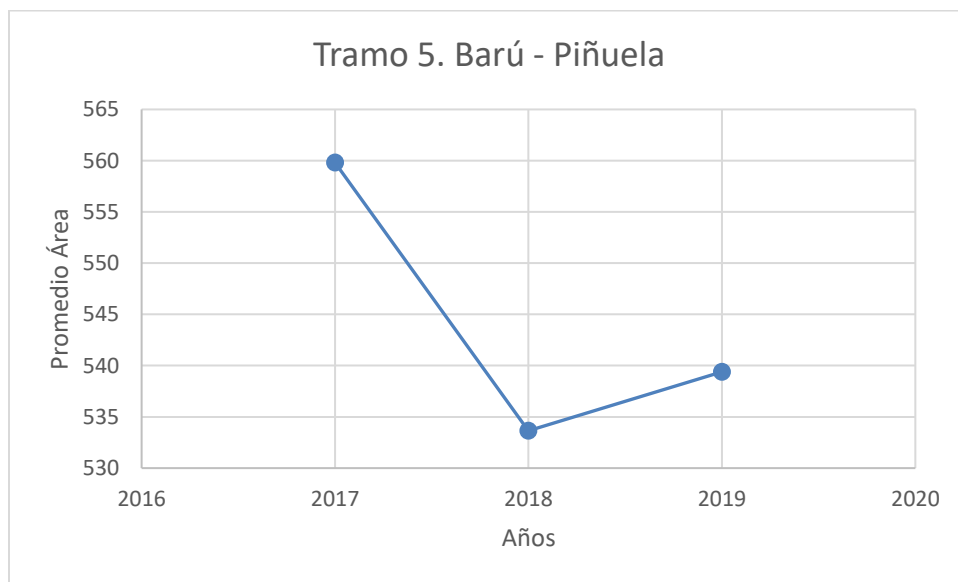


Figura 86. Deflectometría Tramo #5 Barú-Piñuela

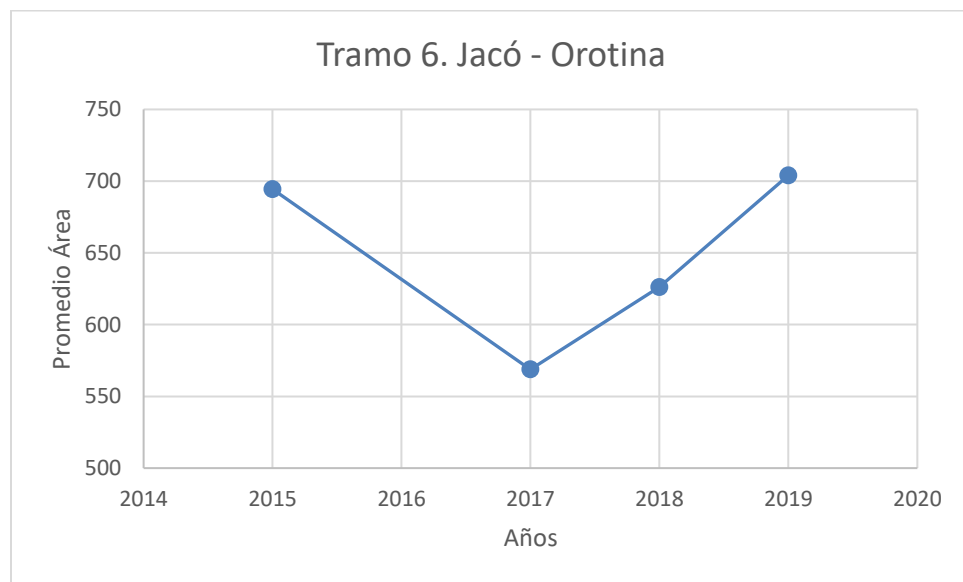


Figura 87. Deflectometría Tramo #6 Jacó-Orotina

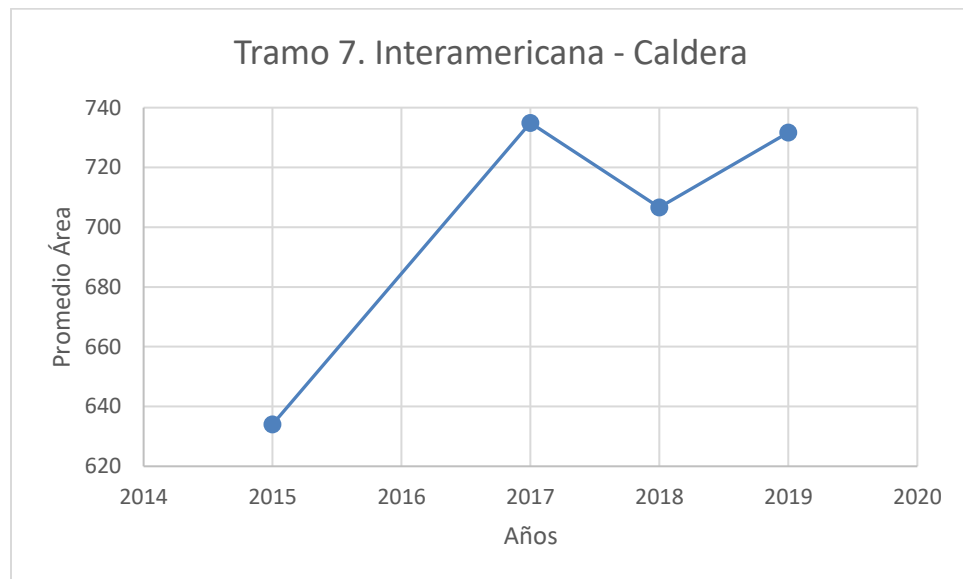
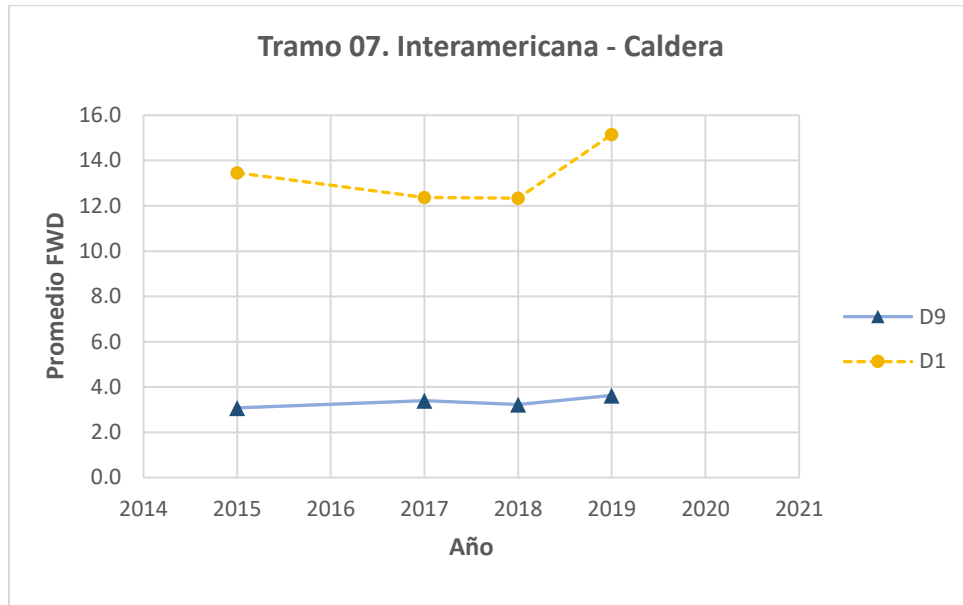


Figura 88. Deflectometría Tramo #7 Interamericana-Caldera

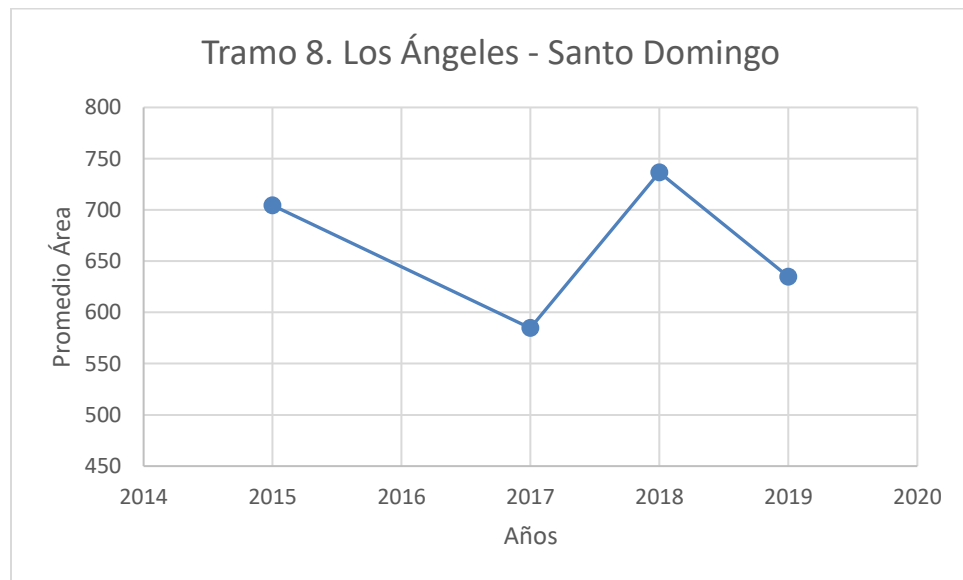
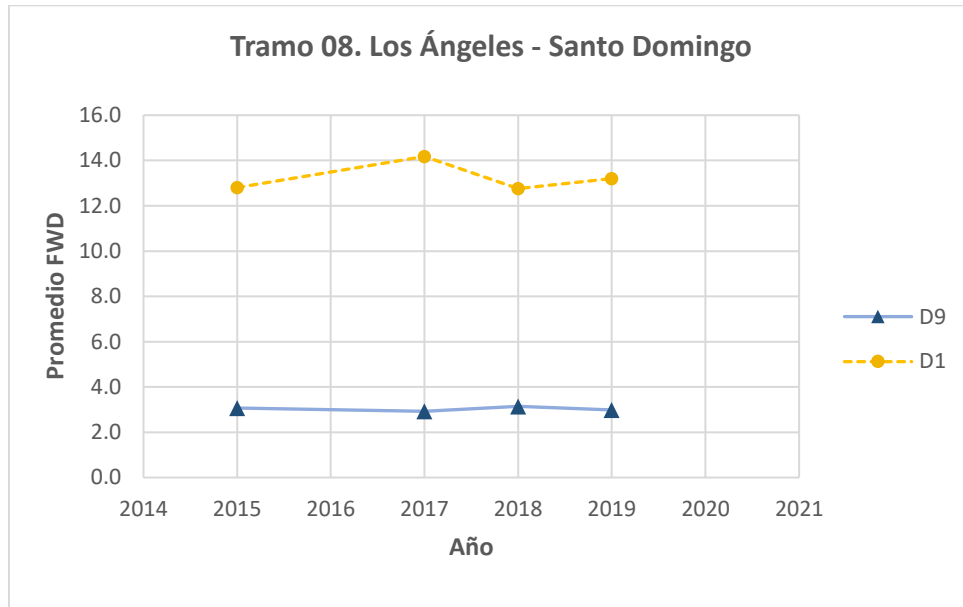


Figura 89. Deflectometría Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo

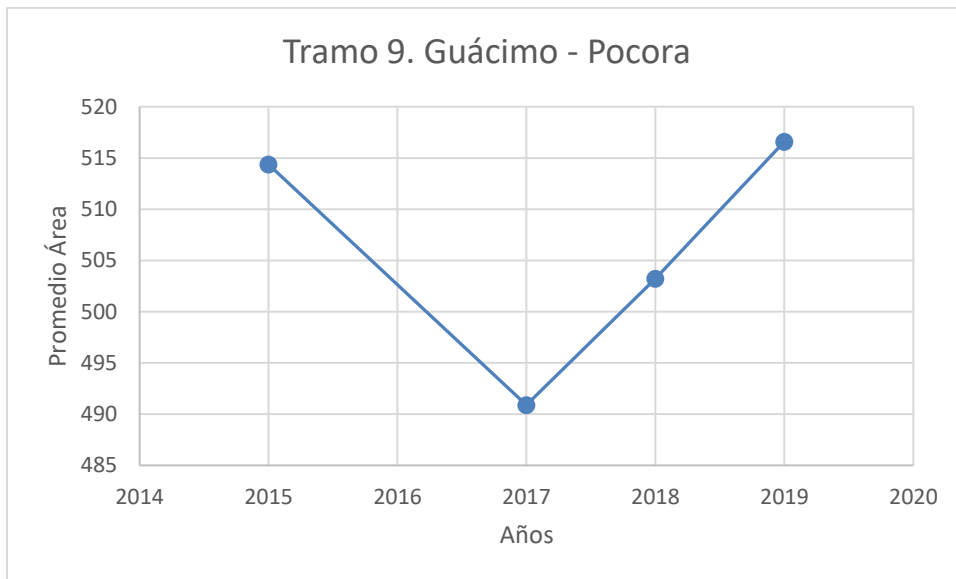
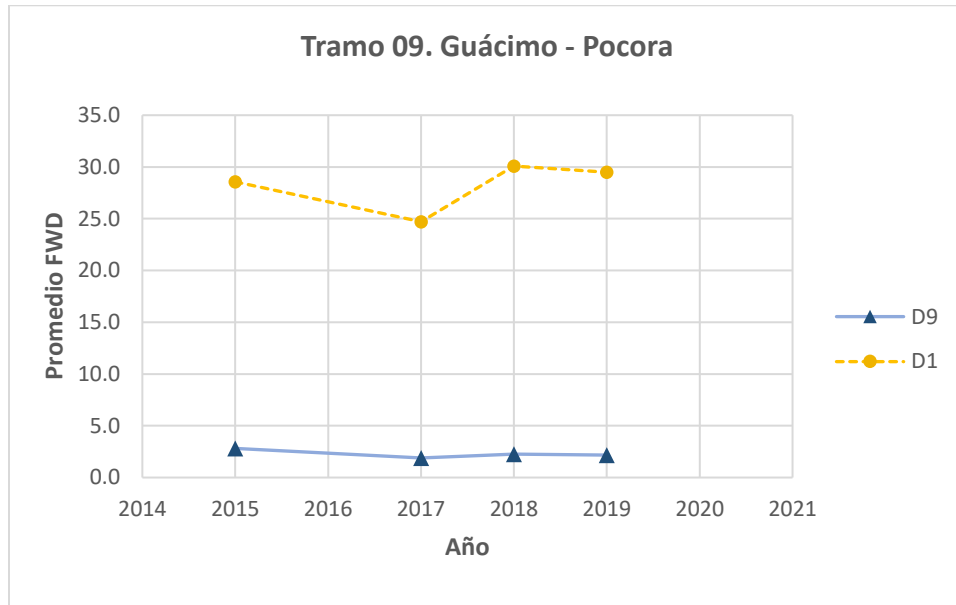


Figura 90. Deflectometría Tramo #9 Guácimo-Pocora

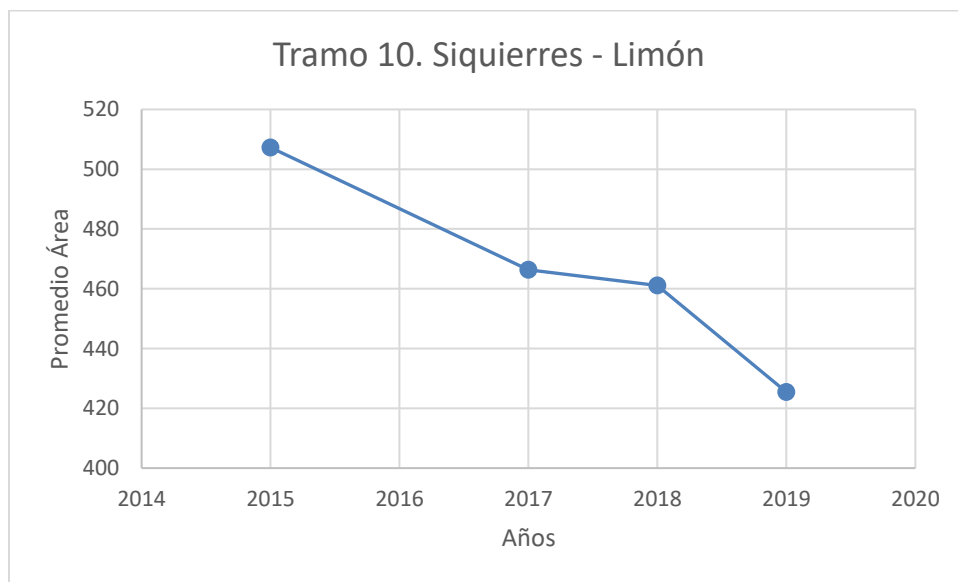


Figura 91. Deflectometría Tramo #10 Limón-Siquirres



Figura 92. Deflectometría Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos

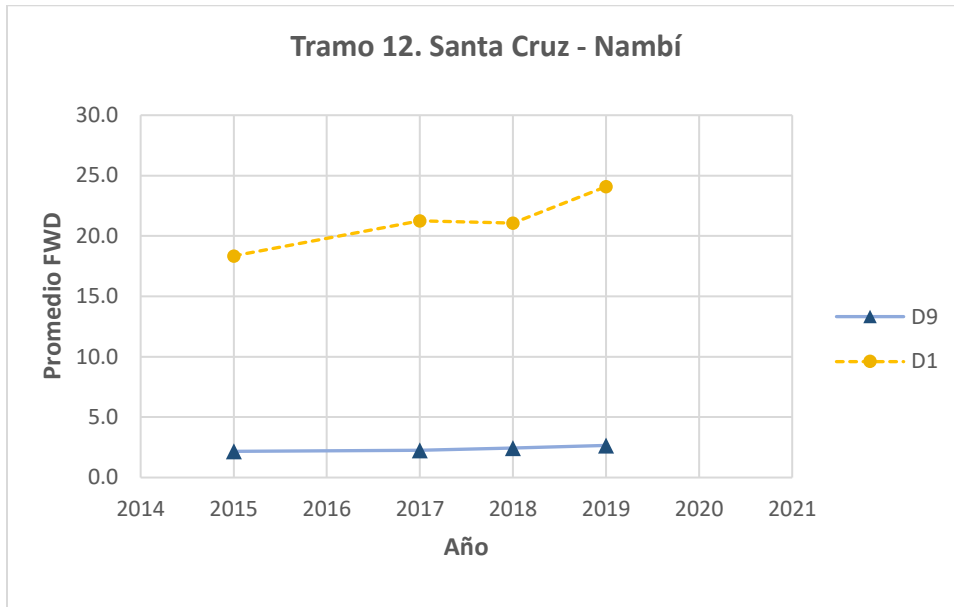


Figura 93. Deflectometría Tramo #12 Santa Cruz-Nambí

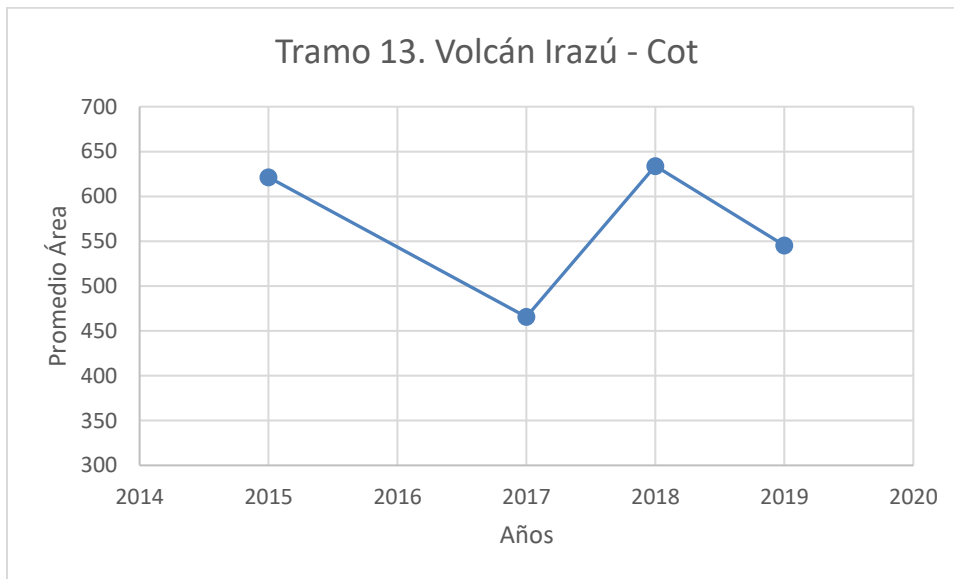
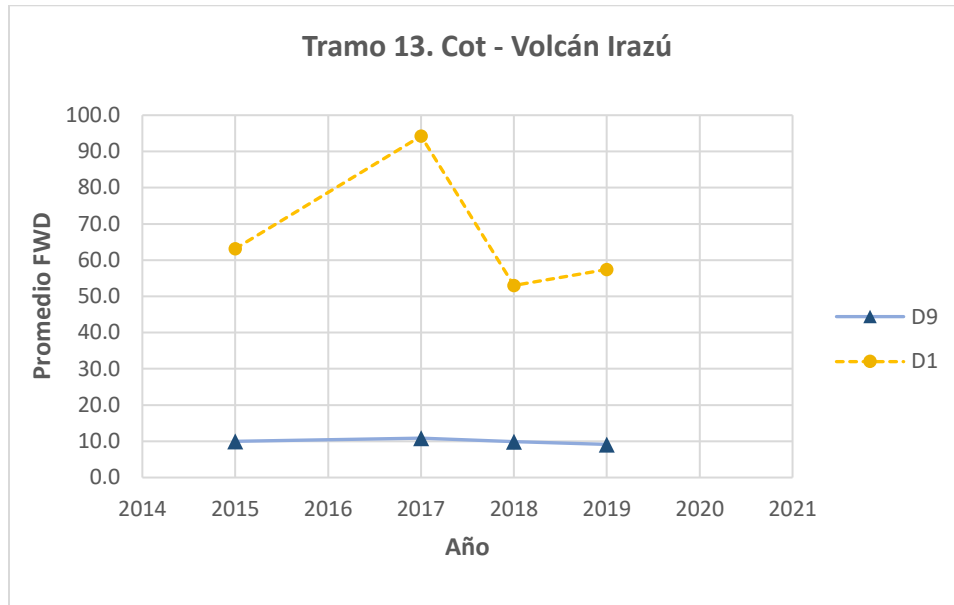


Figura 94. Deflectometría Tramo #13 Cot-Volcán Irazú



Figura 95. Deflectometría Tramo #14 Buenos Aires-Cajón

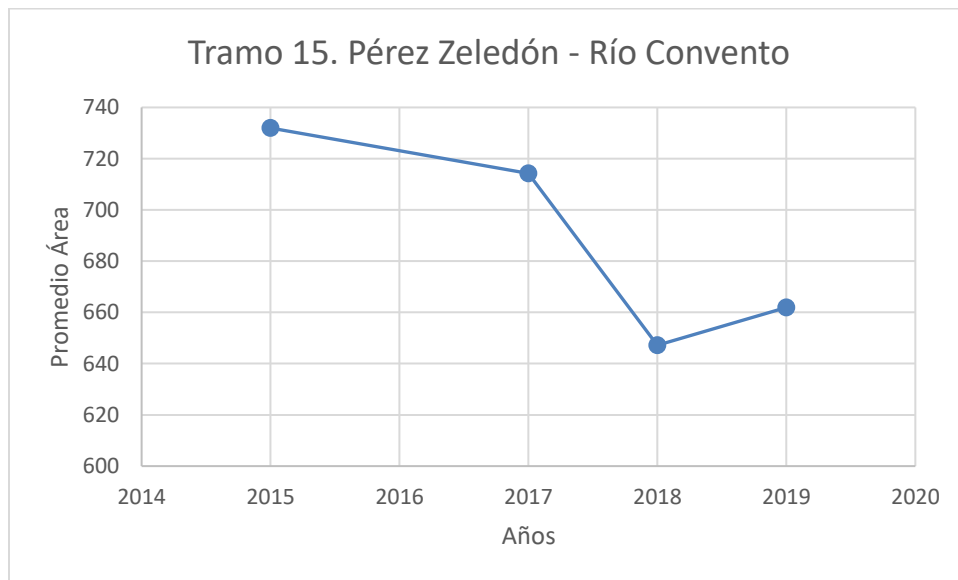
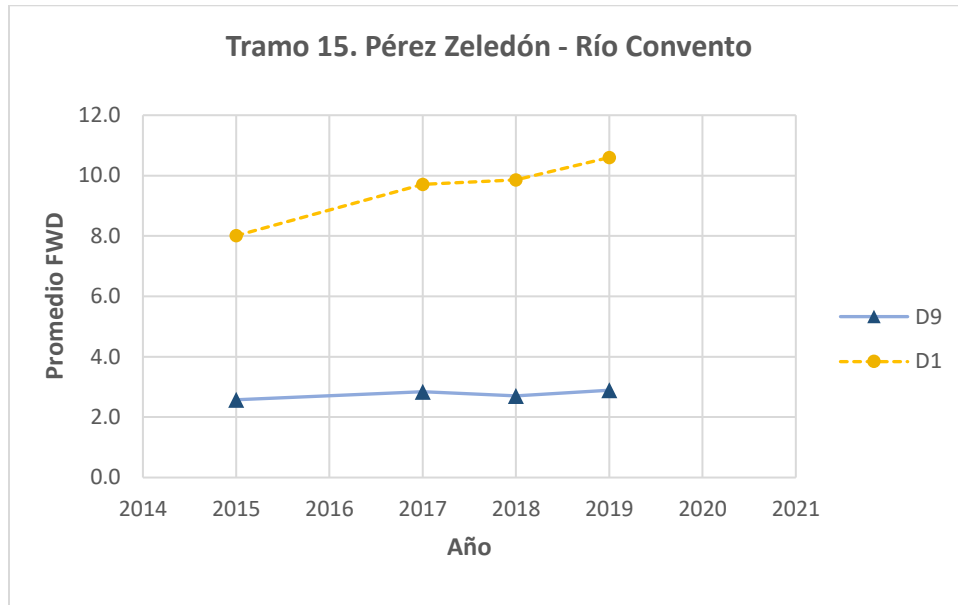


Figura 96. Deflectometría Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento

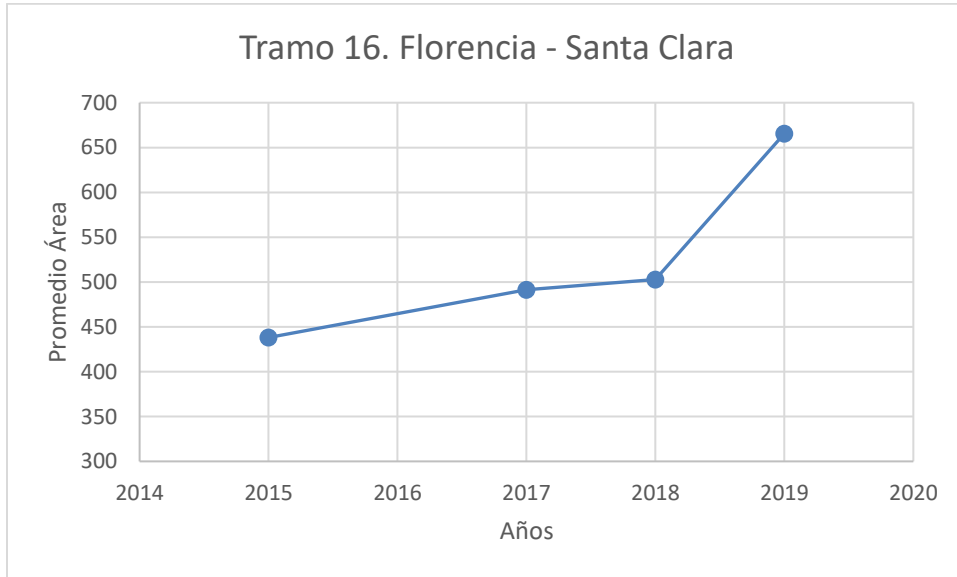
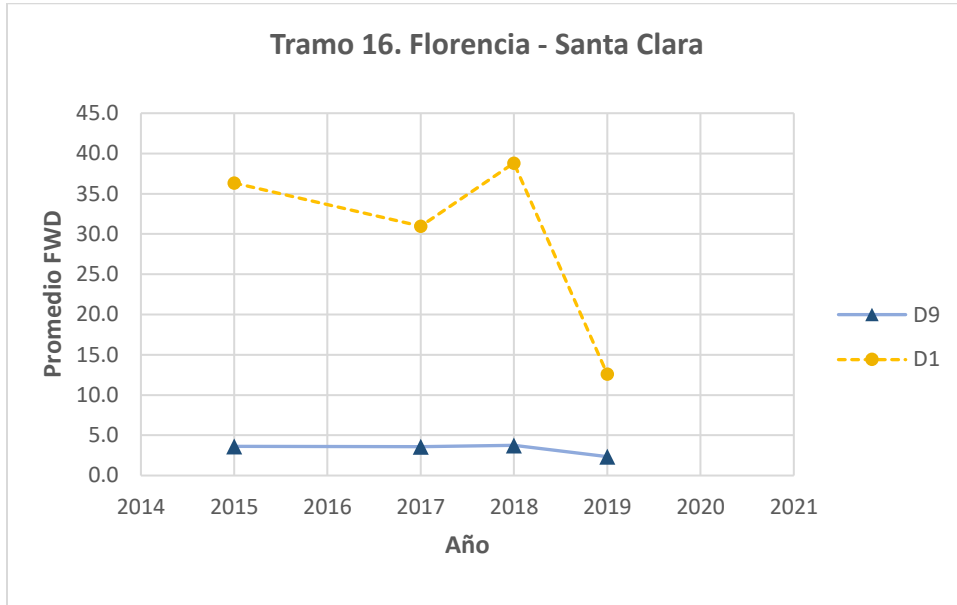


Figura 97. Deflectometría Tramo #16 Florencia-Santa Clara

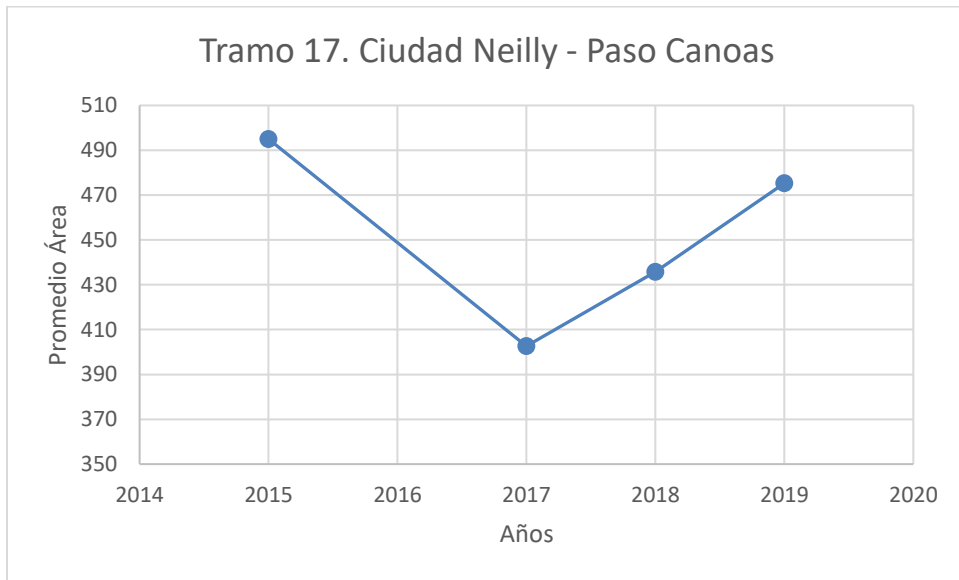
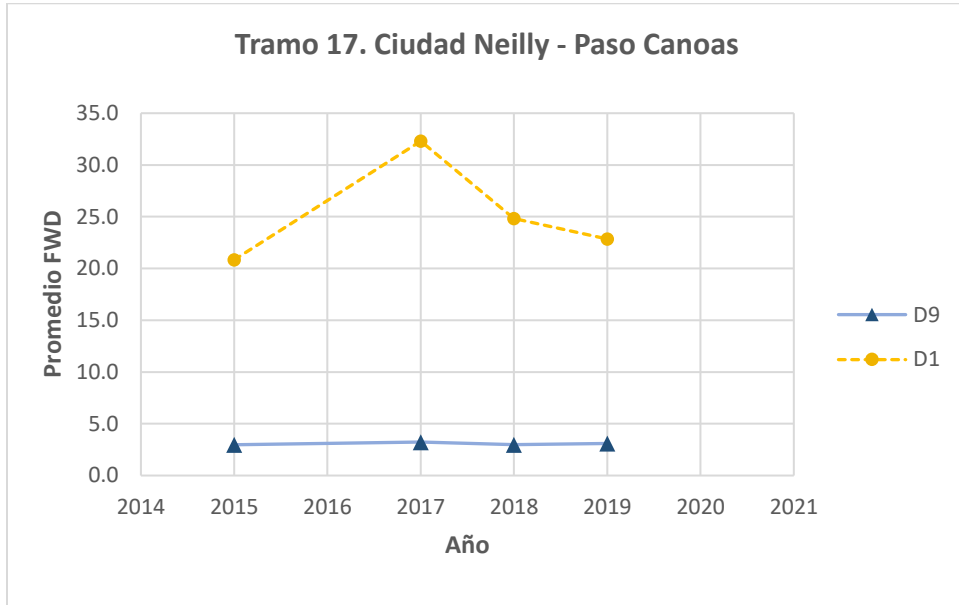


Figura 98. Deflectometría Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas

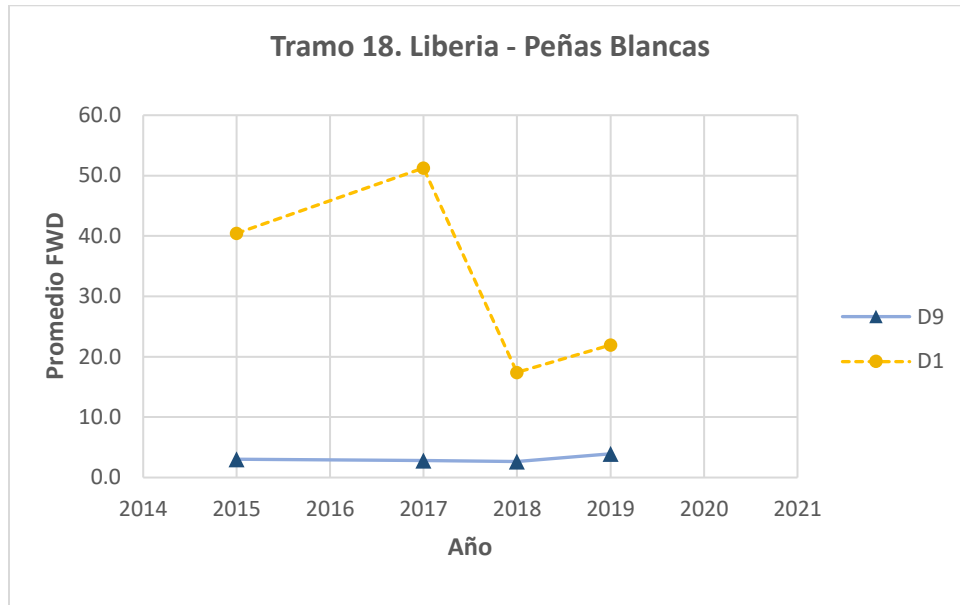


Figura 99. Deflectometría Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas

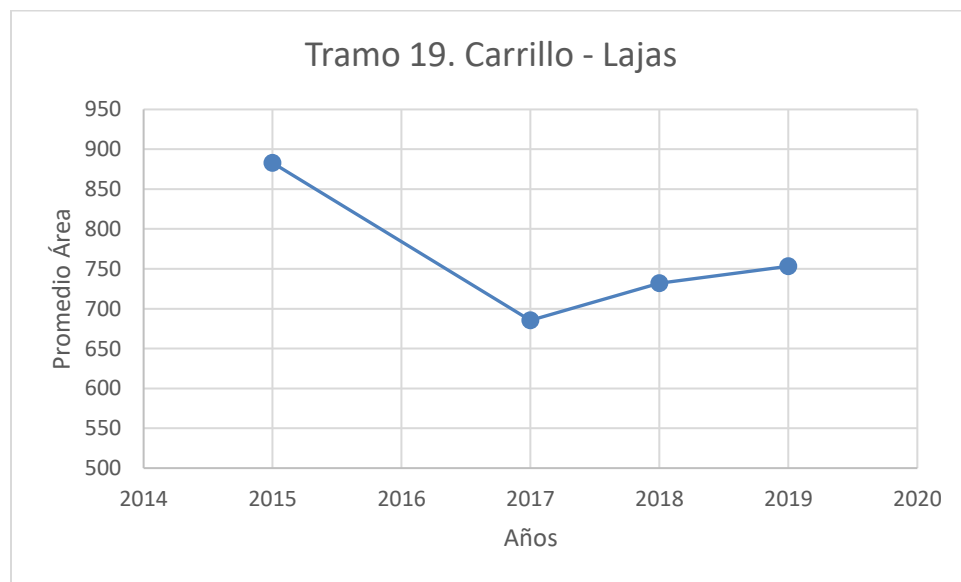


Figura 100. Deflectometría Tramo #19 Carrillo-Lajas

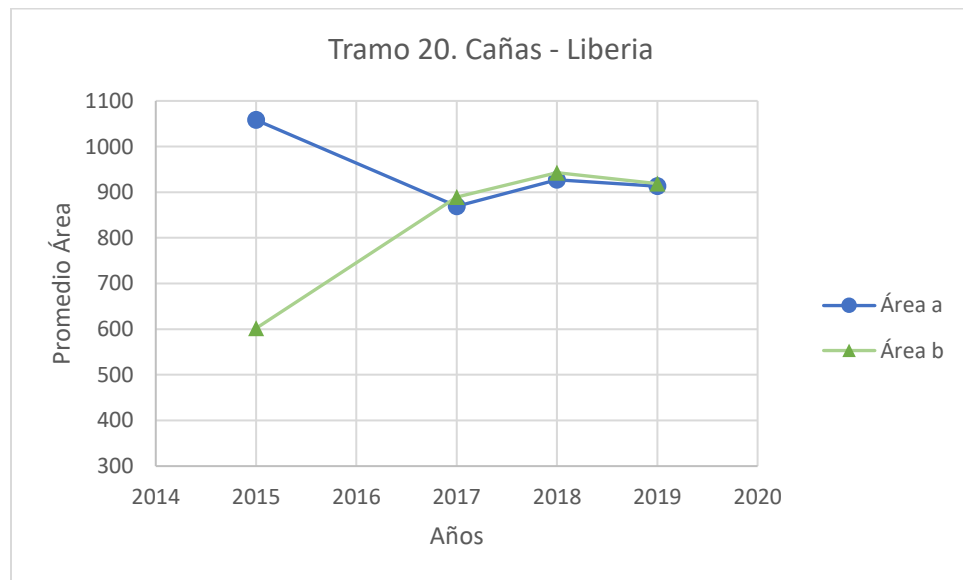
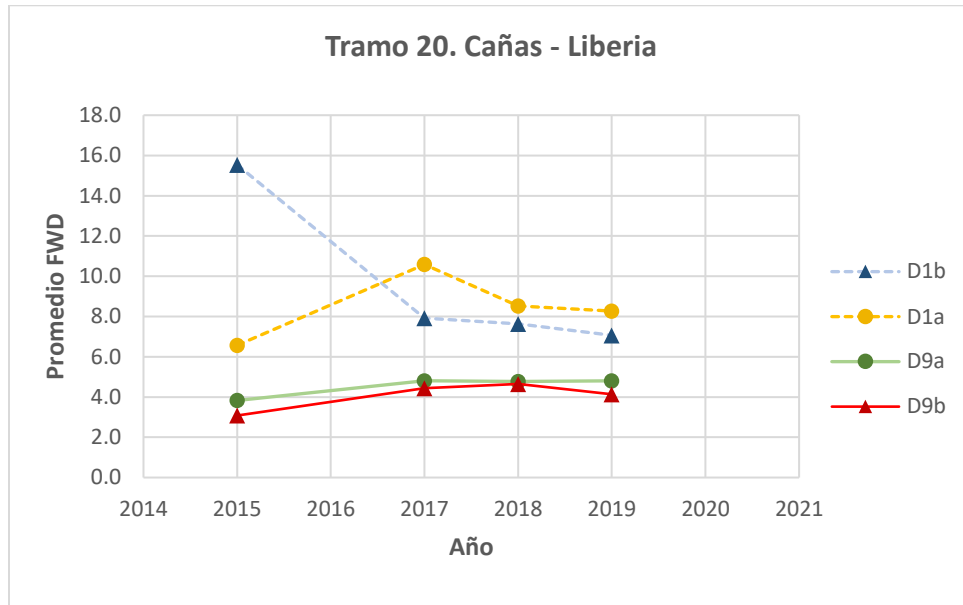


Figura 101. Deflectometría Tramo #20 Cañas-Liberia

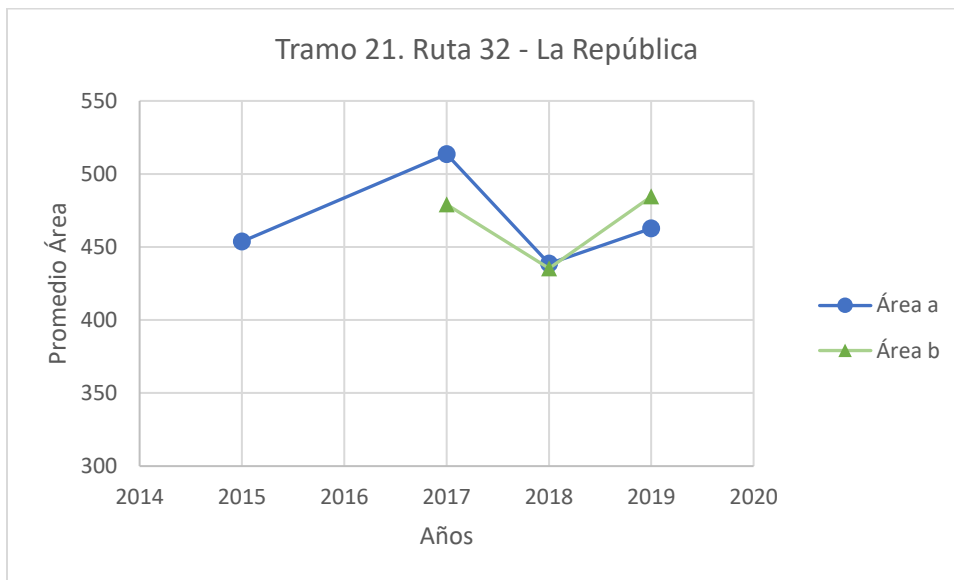
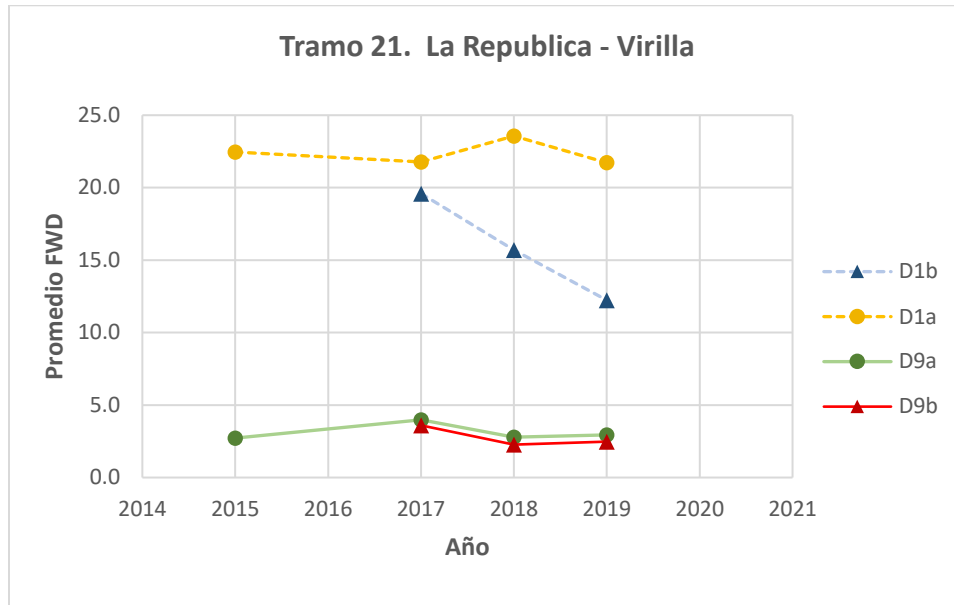


Figura 102. Deflectometría Tramo #21 La República-Virilla

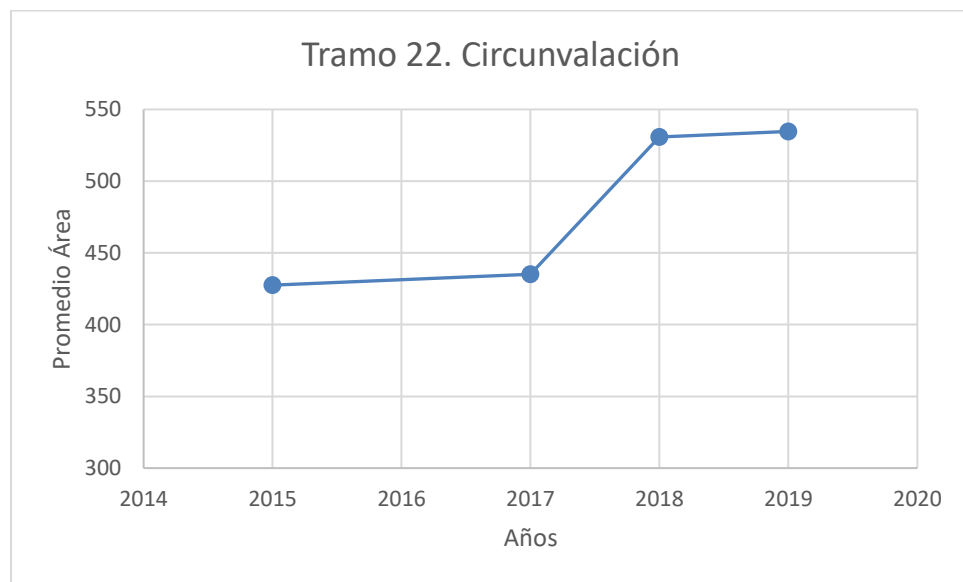
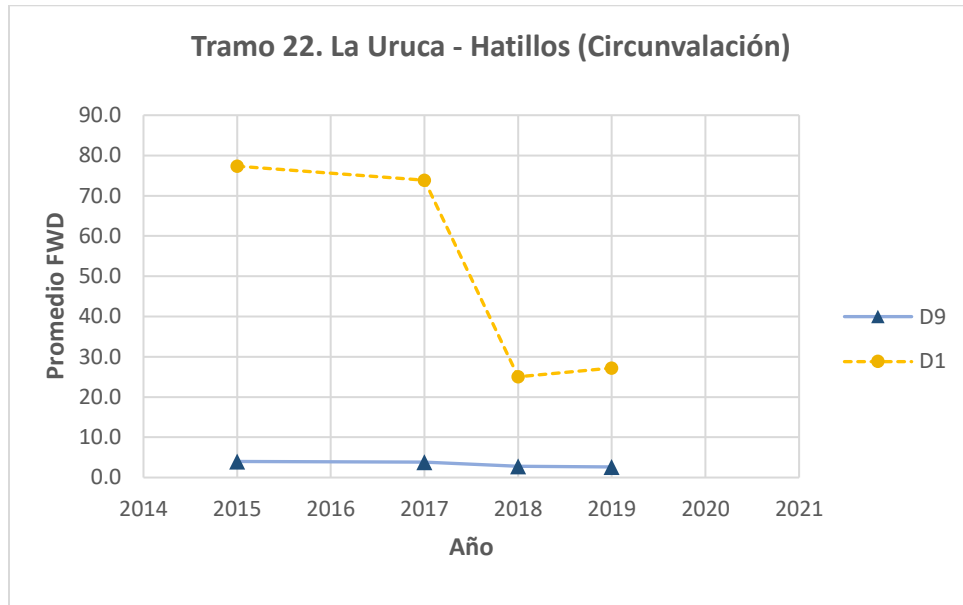


Figura 103. Deflectometría Tramo #22 Circunvalación



Figura 104. Deflectometría Tramo #23 Tamarindo

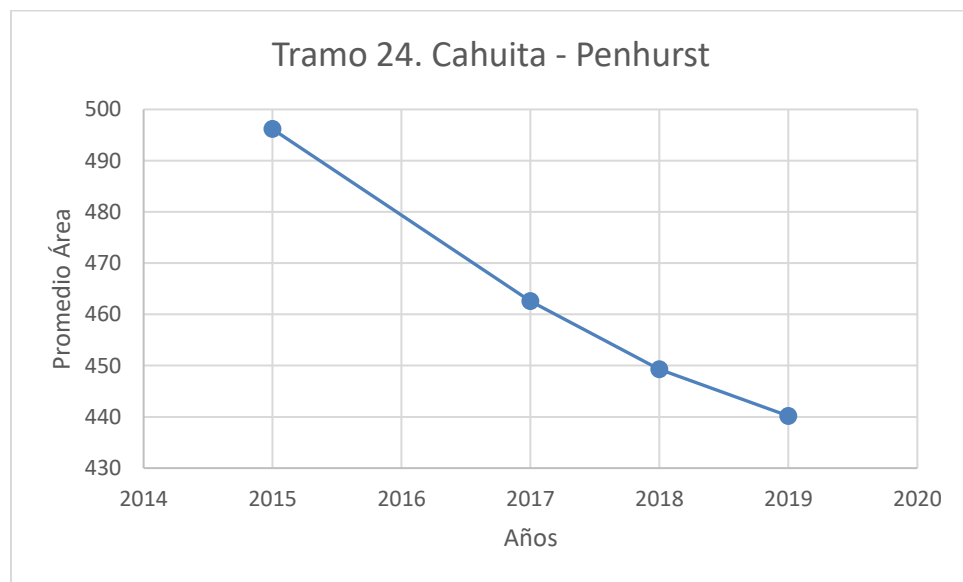
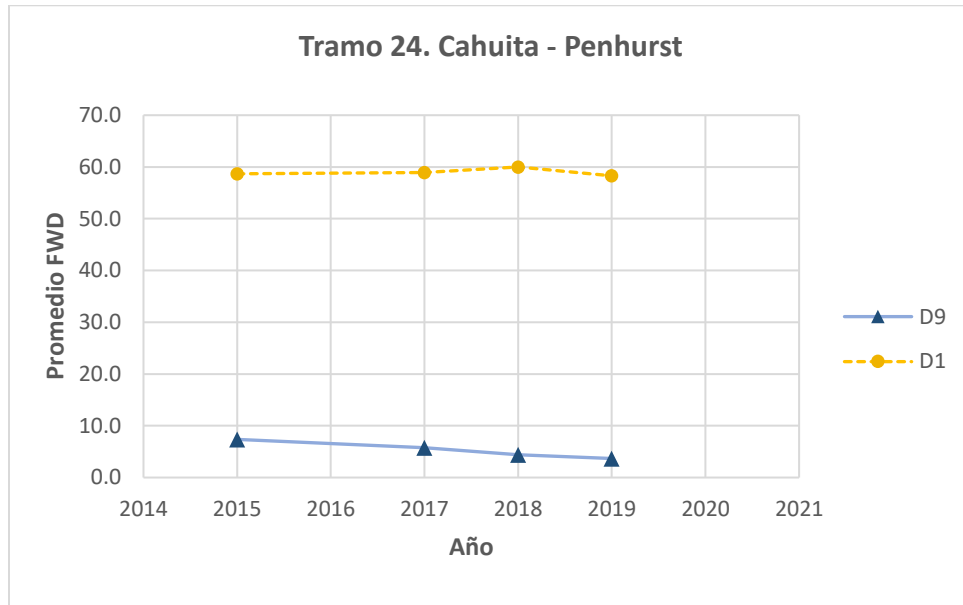


Figura 105. Deflectometría Tramo #24 Cahuita-Penhurst

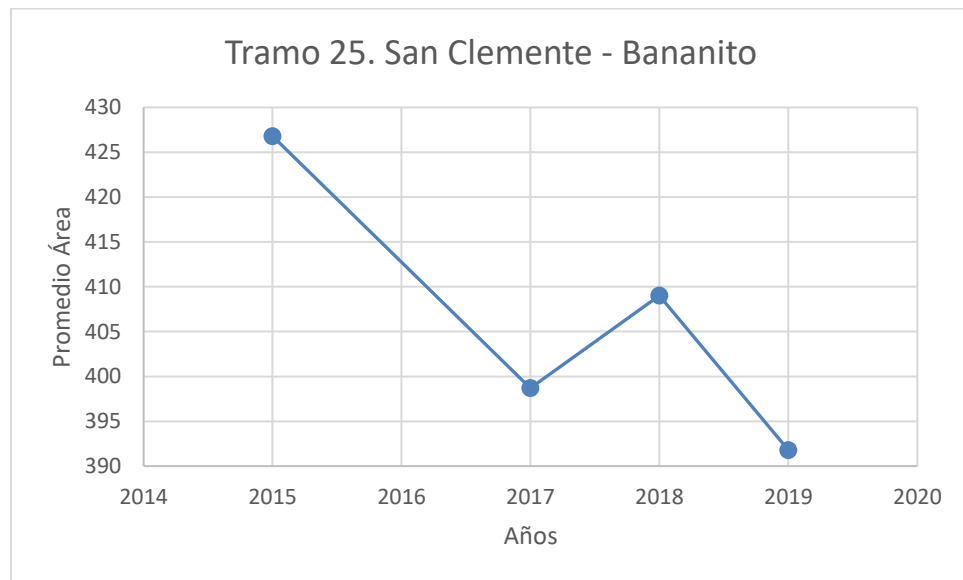
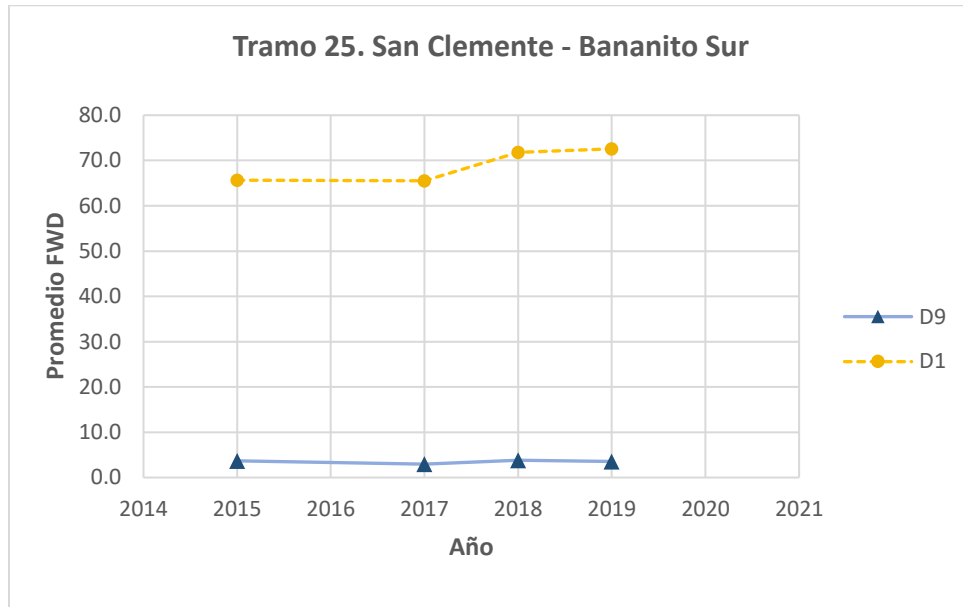


Figura 106. Deflectometría Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur

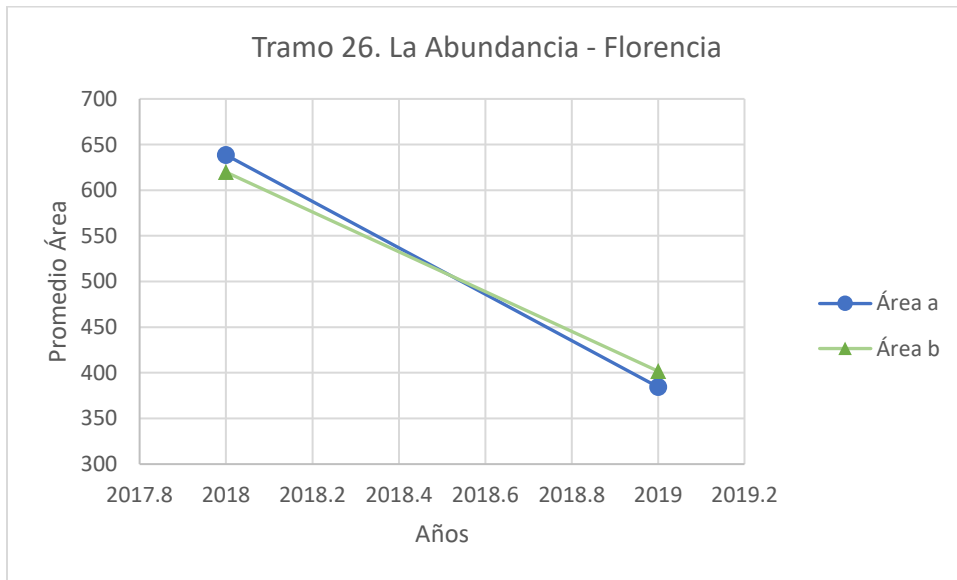
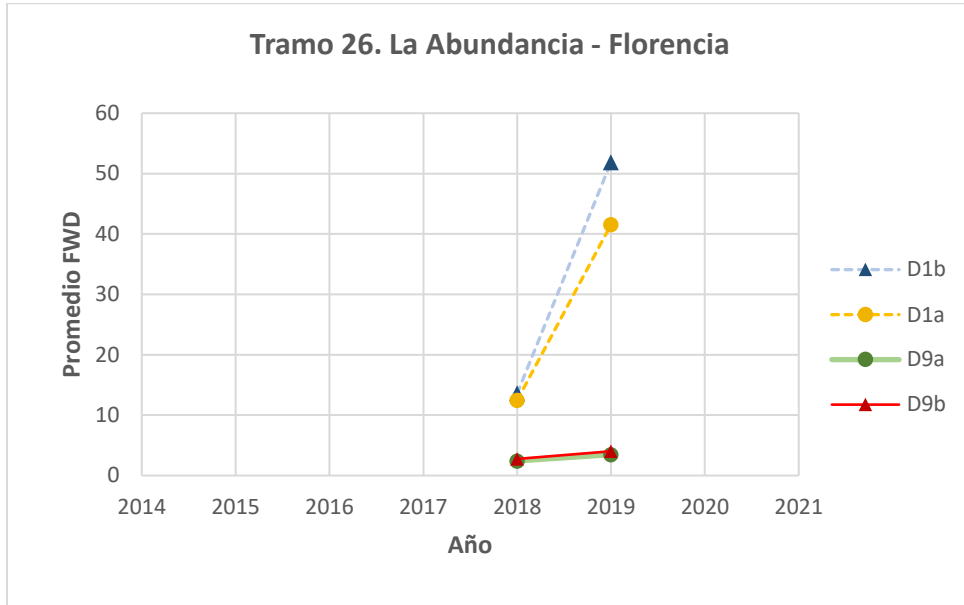


Figura 107. Deflectometría Tramo #26 La Abundancia - Florencia



ANEXO C: REGULARIDAD SUPERFICIAL (IRI)

Tabla 139. Resumen de regularidad superficial por tramo años 2004-2012

Tramo	MRI					
	2004	2006	2008	2009	2010	2012
1 Sabalito-Las Mellizas						2,76
2 Quepos-Barú						
3 Moravia-Coronado	3,49	3,80	2,82		3,04	2,50
4 Cartago-Paraíso	3,37	3,80	4,41	5,05	3,74	3,73
5 Barú - Piñuela	2,13	2,18	2,19	2,35	2,33	1,81
6 Jaco-Orotina	1,47	1,41	1,61		1,47	1,71
7 Interamericana-Caldera	4,75	8,89	2,25		2,23	2,10
8 Los Ángeles-Santo Domingo			7,73		4,07	4,15
9 Guácimo - Pocora	4,59	4,58	1,89		2,00	1,41
10 Limón-Siquirres	3,14	3,05	3,67		4,25	2,35
11 Palaya Hermosa-Esterillos	2,70	2,69	2,63		2,78	2,43
12 Santa Cruz-Nambí	1,19	1,24	1,29		1,22	0,85
13 Cot - Volcán Irazú	3,66	4,11	3,96		4,12	4,42
14 Buenos Aires-Cajón	2,48	2,33	2,31		2,34	1,77
15 Pérez Zeledón -Rio Convento	2,19	2,21	1,81		1,83	1,93
16 Florencia-Santa Clara		3,10	3,12		3,31	2,61
17 Ciudad Neilly-Paso Canoas	2,79	2,99	3,36		3,53	2,92
18 Liberia-Penas Blancas	2,73	3,30	3,44		3,94	3,84
19 Carrillo-Lajas		3,36	3,55		3,25	2,61
20 Canas-Liberia			3,05		3,54	3,77
21 Ruta 32 - La República	5,49	6,95	7,48		7,63	5,02
22 Circunvalación	-	-	-	-	-	-
23 Tamarindo	-	-	-	-	-	-
24 Cahuita - Penhurst	4,91	5,74	2,43		6,05	2,34
25 San Clemente-Bananito Sur	4,70	4,90	5,00		2,70	7,92
26 Abundancia - Florencia	-	-	-	-	-	-



Tabla 140. Resumen de regularidad superficial por tramo años 2015-2019

Tramo		MRI			
		2015	2017	2018	2019
1	Sabalito-Las Mellizas	2,89	2,94	3,07	2,81
2	Quepos-Barú	1,98	1,94	2,13	1,99
3	Moravia-Coronado	2,86	2,80		3,91
4	Cartago-Paraíso	3,12	3,49	3,37	3,24
5	Barú - Piñuela		1,28	1,98	1,73
6	Jaco-Orotina	1,88	2,20	2,07	2,18
7	Interamericana-Caldera	1,61	1,69	1,58	1,63
8	Los Ángeles-Santo Domingo	3,82	3,59	3,88	3,55
9	Guácimo - Pocora		1,48	1,64	1,54
10	Limón-Siquirres	2,35	1,44	1,78	1,71
11	Palaya Hermosa-Esterillos	2,47	1,82	1,77	1,85
12	Santa Cruz-Nambí	0,87	1,73	1,95	1,34
13	Cot - Volcán Irazú	5,67	5,70	2,36	2,57
14	Buenos Aires-Cajón	1,47	1,54	1,46	1,48
15	Pérez Zeledón -Rio Convento	1,70	1,73	2,37	2,28
16	Florencia-Santa Clara	2,35	2,62	2,76	2,49
17	Ciudad Neilly-Paso Canoas	3,14		1,76	1,63
18	Liberia-Penas Blancas	4,16	4,25	1,79	1,80
19	Carrillo-Lajas	2,48	2,67	1,90	1,77
20	Canas-Liberia	-	-	-	-
21	Ruta 32 - La República	-	-	-	-
22	Circunvalación	2,04	2,15	1,70	1,82
23	Tamarindo	3,50	3,06	3,01	3,14
24	Cahuita - Penhurst	2,28	2,02	1,93	1,92
25	San Clemente-Bananito Sur	3,51	1,99	1,81	2,04
26	Abundancia - Florencia	-	-	-	-

Tabla 141. Resumen de regularidad superficial por sentido para años 2015-2019

Tramo	MRI a				MRI b				
	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019	
20	Canas-Liberia	-	3,15	3,34	3,68	-	3,12	3,21	3,28
21	Ruta 32 - La República	-	1,38	-	1,40	-	1,34	1,43	1,13
26	Abundancia - Florencia	-	-	-	1,50	-	-	-	1,76



Tabla 142. Rangos de clasificación de regularidad superficial (IRI) para pavimentos flexibles

Regularidad Superficial	Rango de IRI
Muy Buena	menor a 1,0 m/km
Buena	entre 1,0 y 1,9 m/km
Regular	entre 1,9 y 3,6 m/km
Deficiente	entre 3,6 y 6,4 m/km
Muy deficiente	mayor a 6,4 m/km

Fuente: LANAMME, 2019

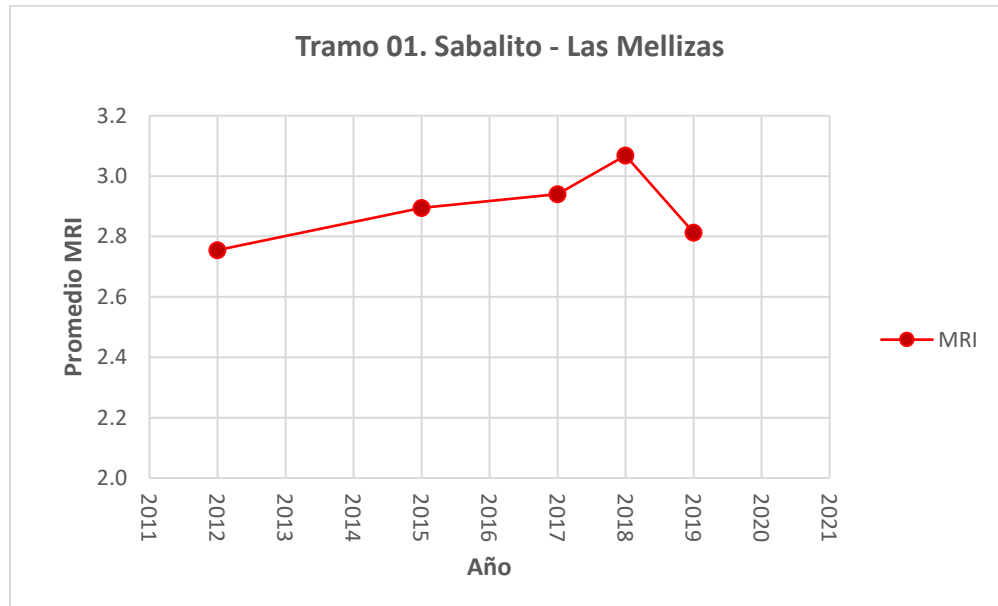


Figura 108. Índice de regularidad superficial Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas

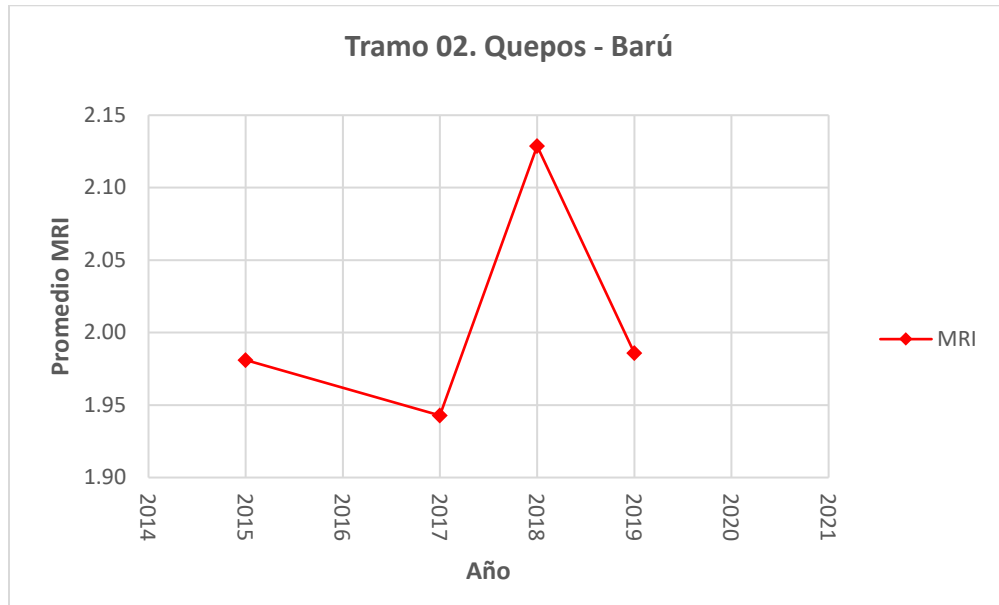


Figura 109. Índice de regularidad superficial Tramo #2 Quepos-Barú

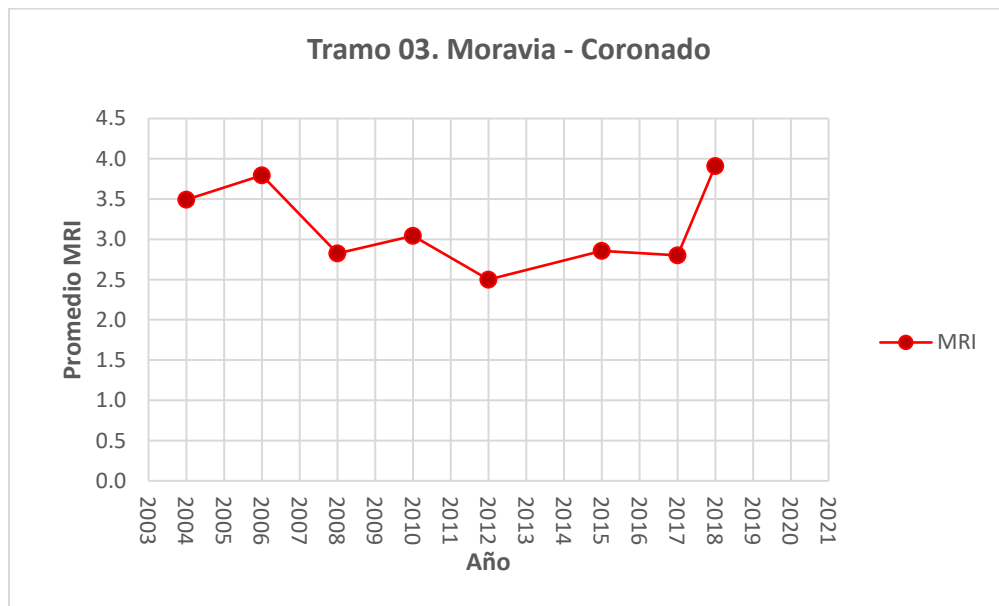


Figura 110. Índice de regularidad superficial Tramo #3 Moravia-Coronado

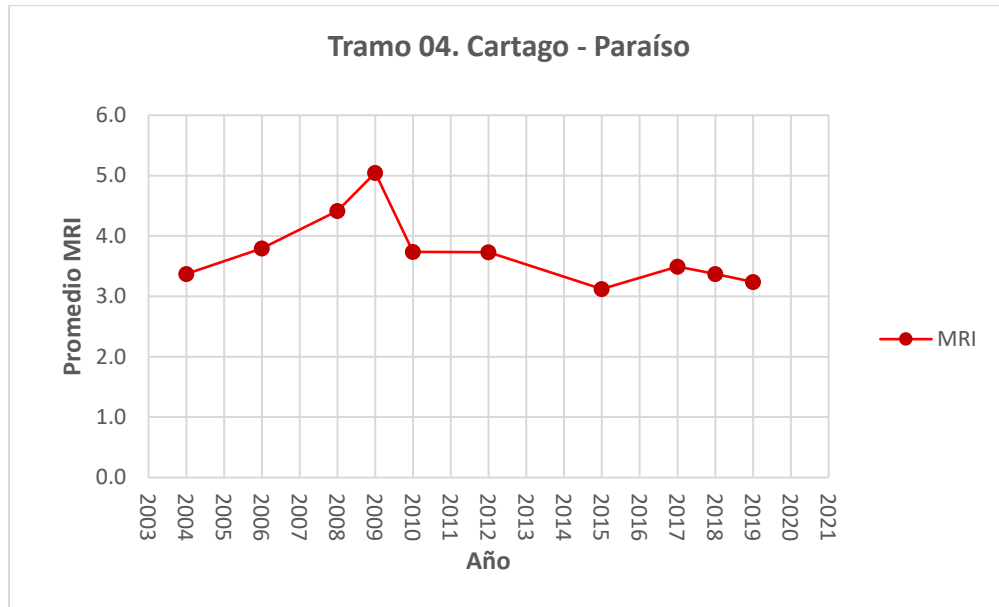


Figura 111. Índice de regularidad superficial Tramo #4 Cartago-Paraíso

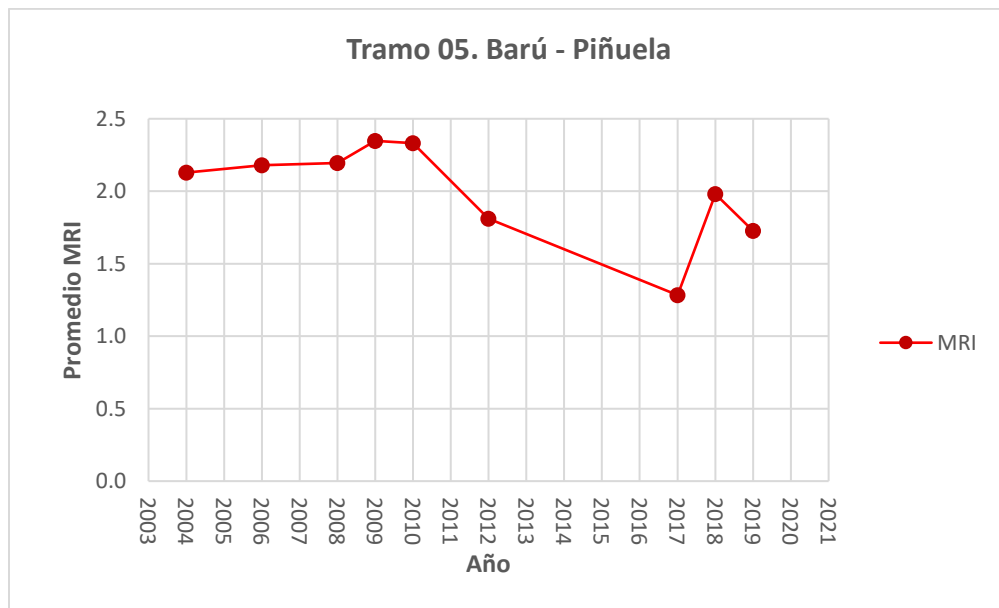


Figura 112. Índice de regularidad superficial Tramo #5 Barú-Piñuela

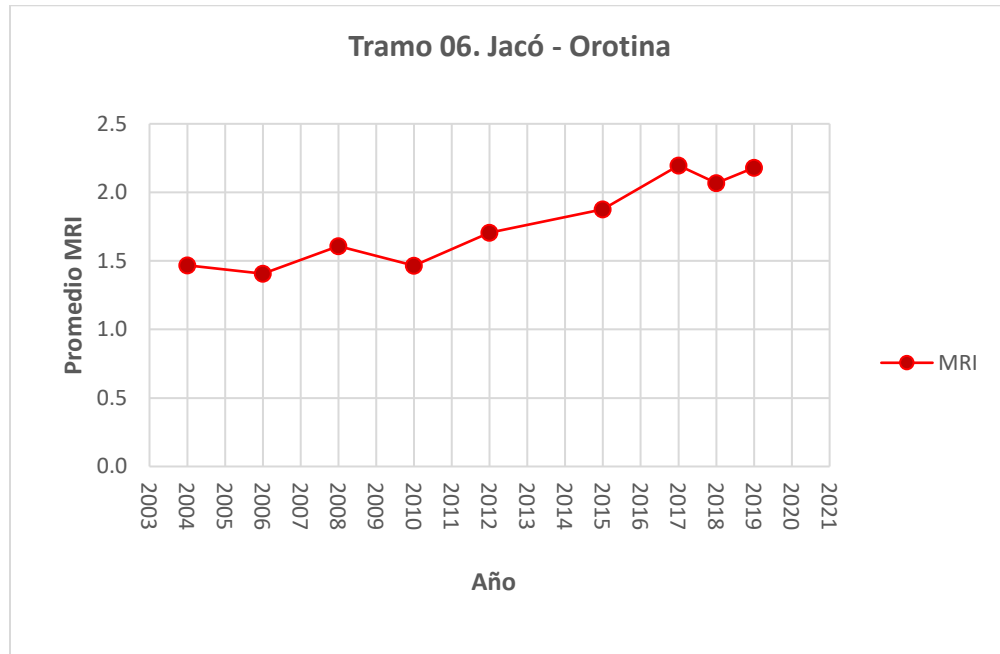


Figura 113. Índice de regularidad superficial Tramo #6 Jacó-Orotina

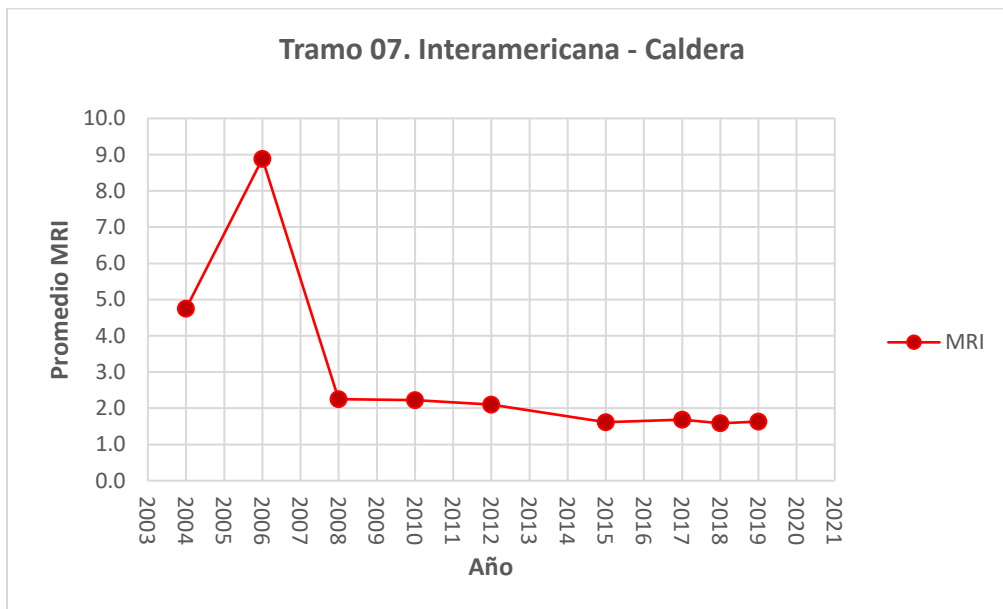


Figura 114. Índice de regularidad superficial Tramo #7 Interamericana-Caldera

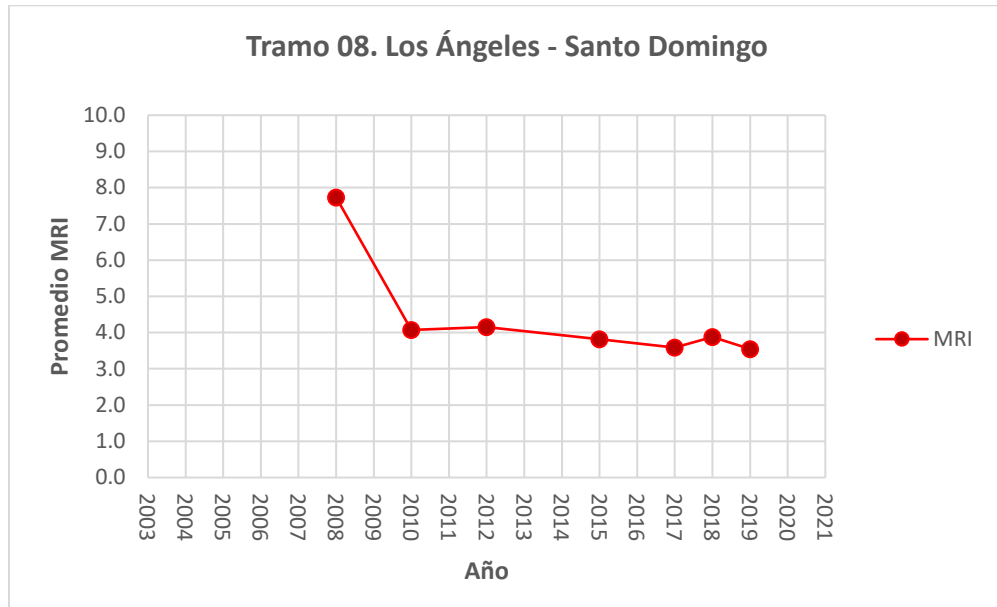


Figura 115. Índice de regularidad superficial Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo

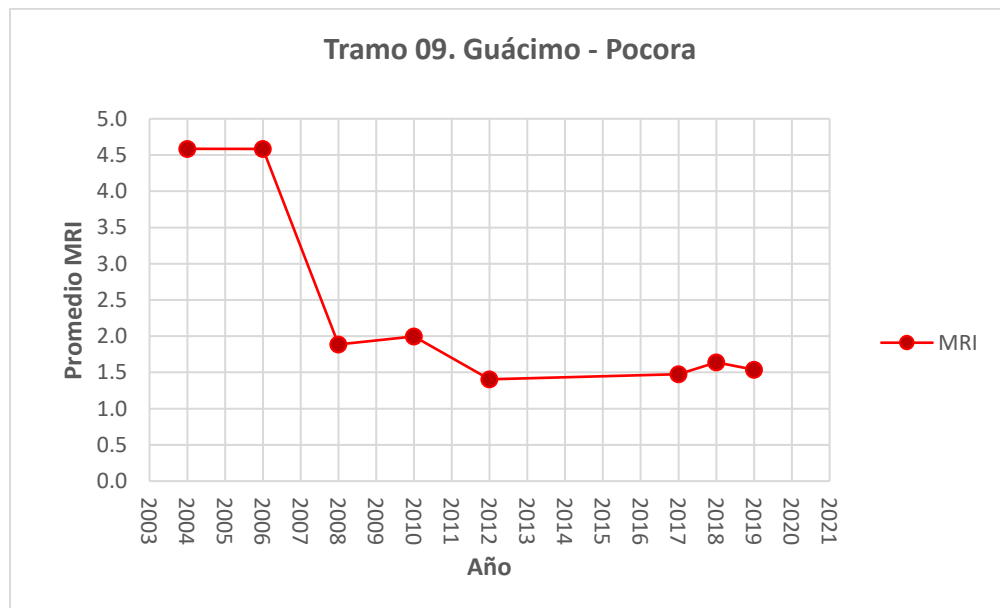


Figura 116. Índice de regularidad superficial Tramo #9 Guácimo-Pocora

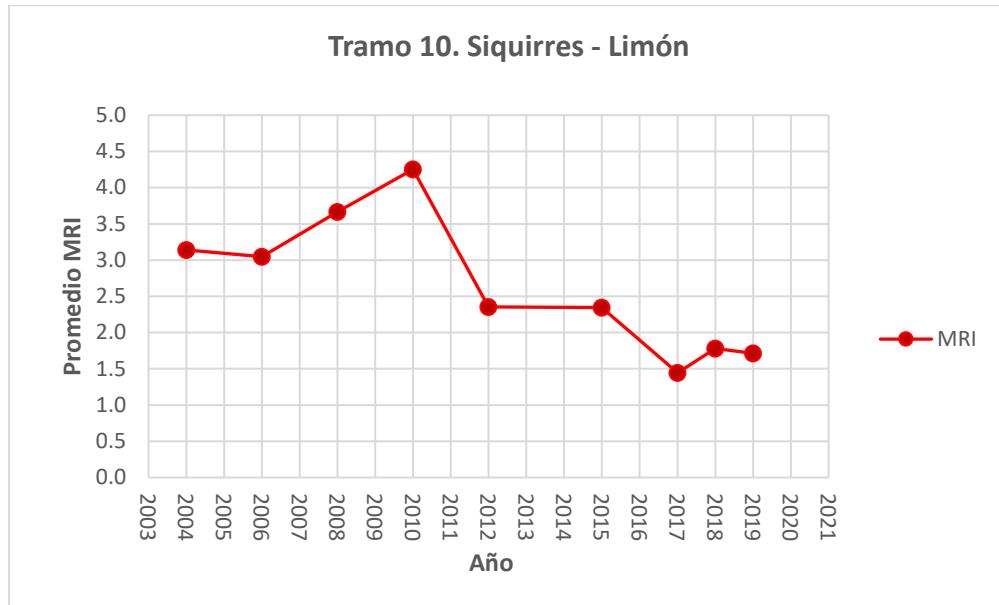


Figura 117. Índice de regularidad superficial Tramo #10 Limón-Siquirres

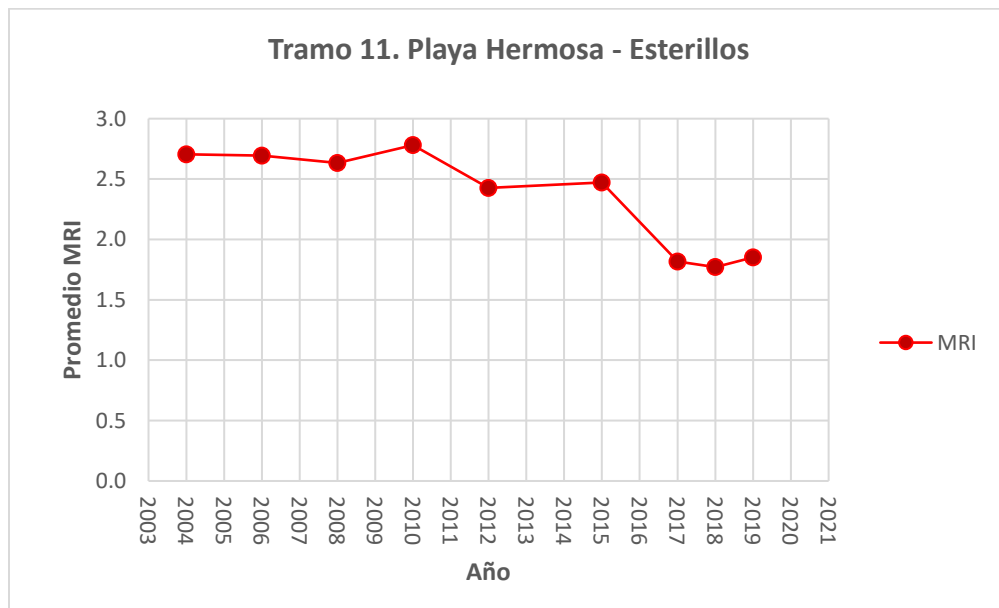


Figura 118. Índice de regularidad superficial Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos

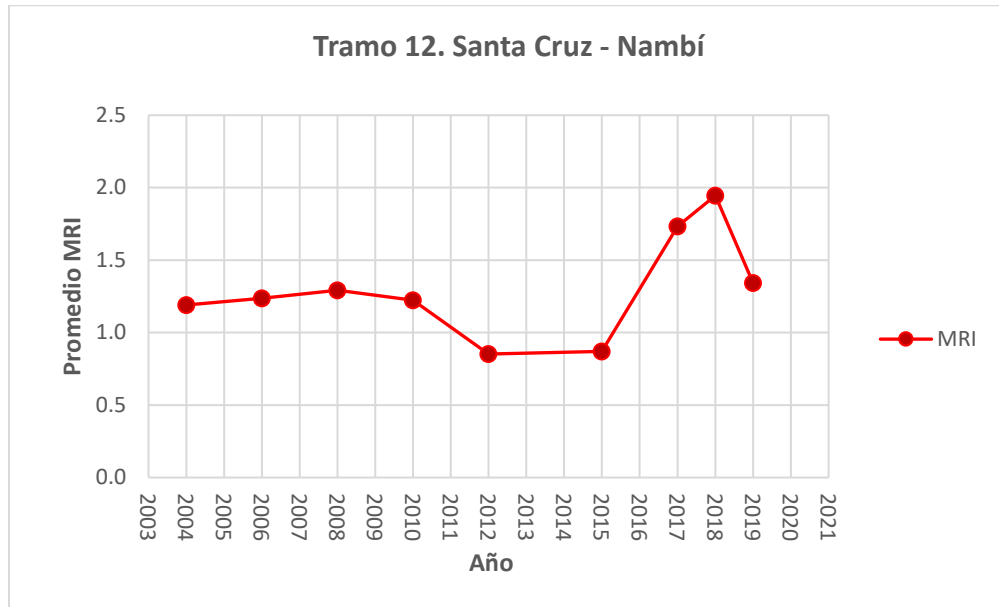


Figura 119. Índice de regularidad superficial Tramo #12 Santa Cruz-Nambí

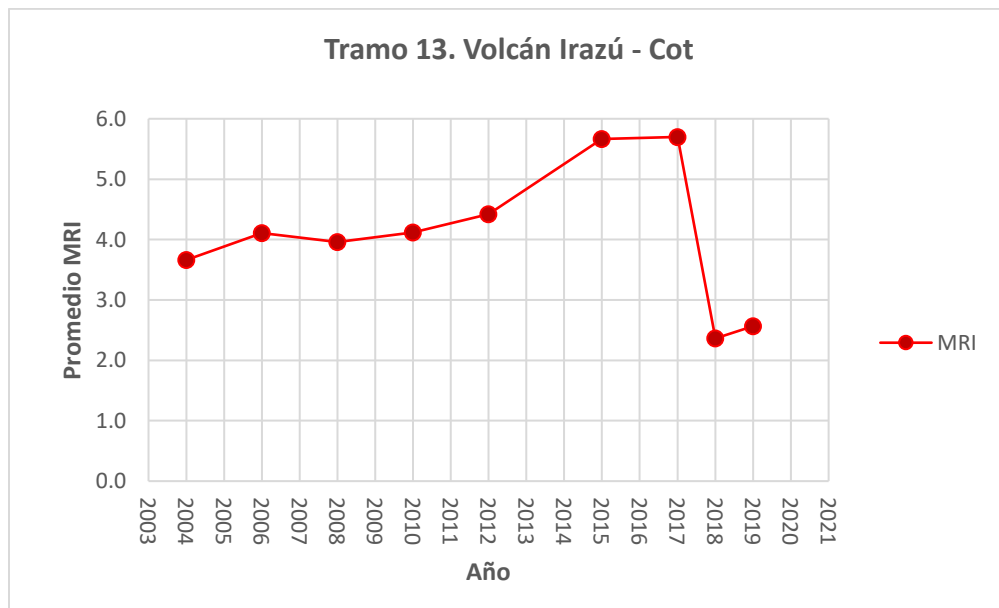


Figura 120. Índice de regularidad superficial Tramo #13 Cot-Volcán Irazú

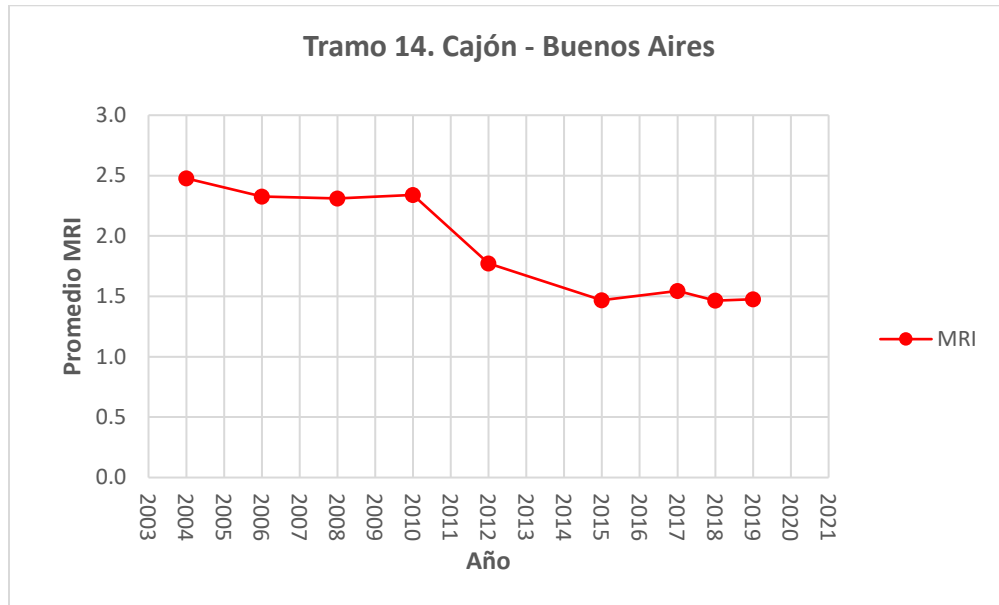


Figura 121. Índice de regularidad superficial Tramo #14 Buenos Aires-Cajón

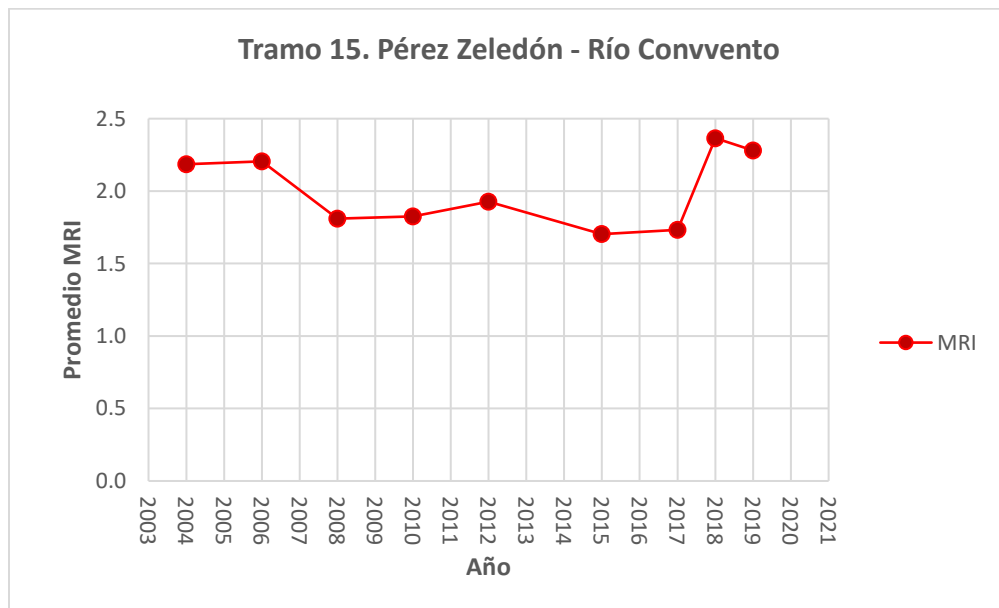
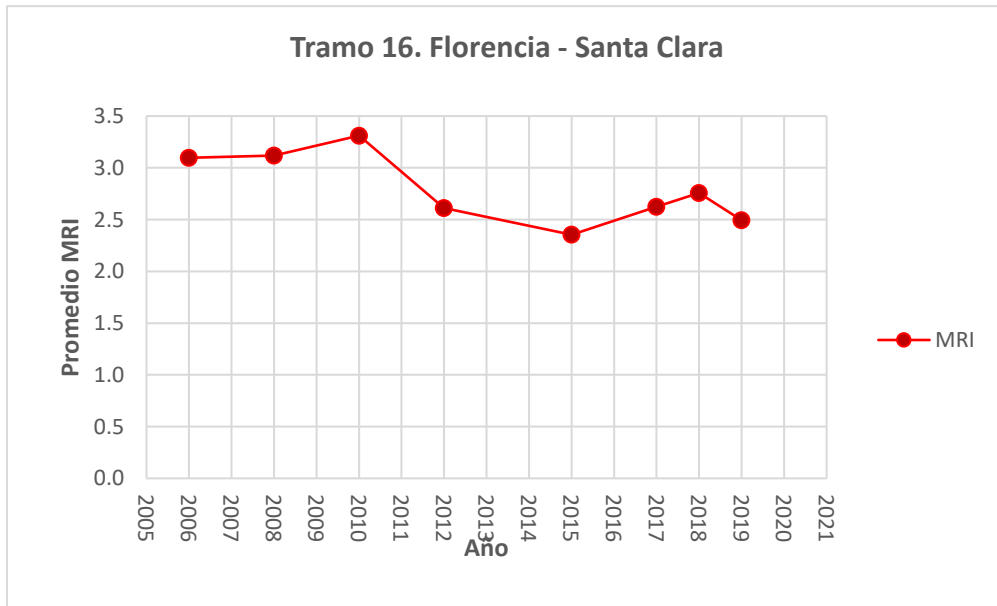
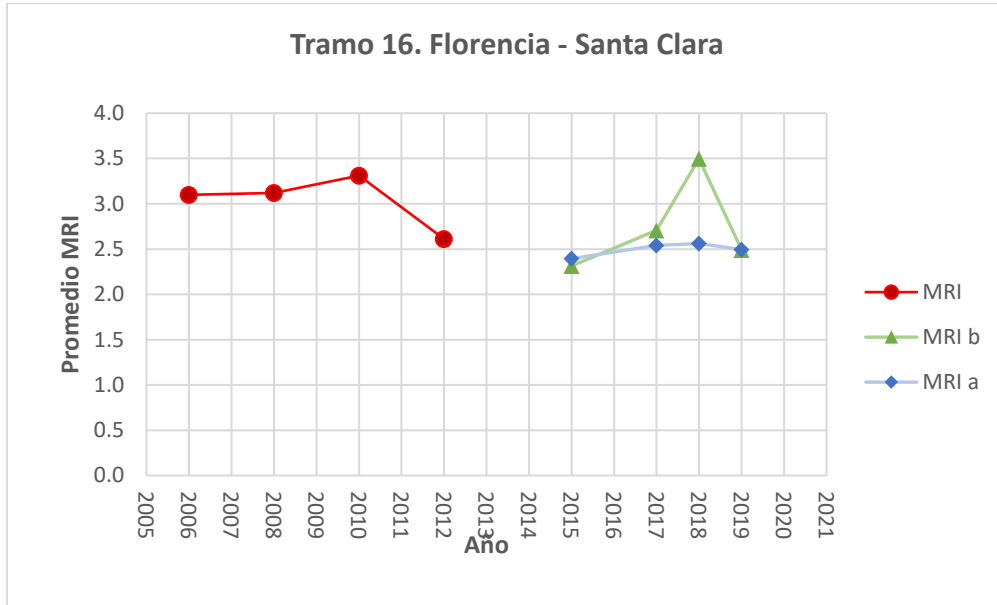


Figura 122. Índice de regularidad superficial Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento



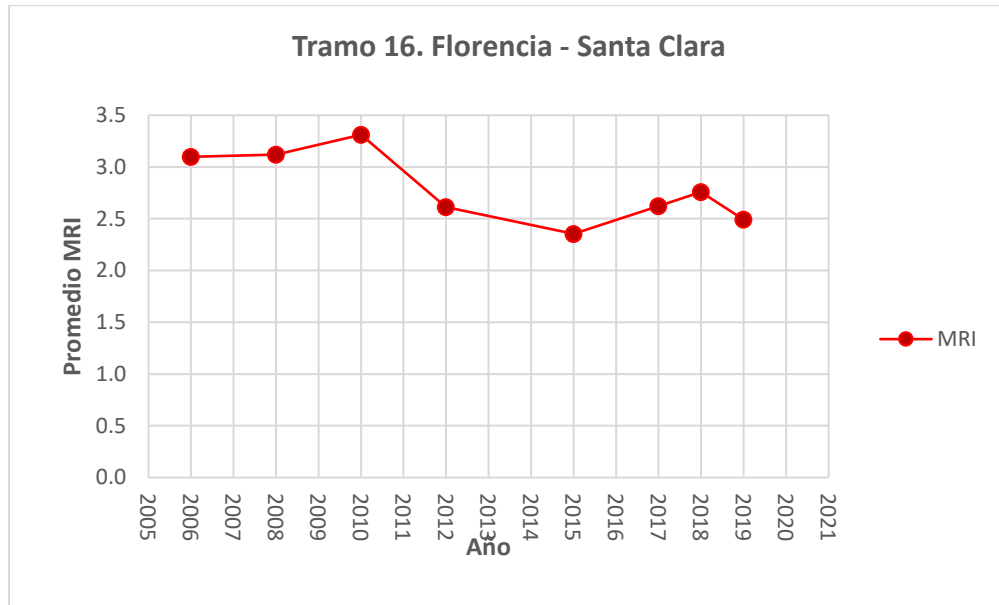


Figura 123. Índice de regularidad superficial Tramo #16 Florencia-Santa Clara

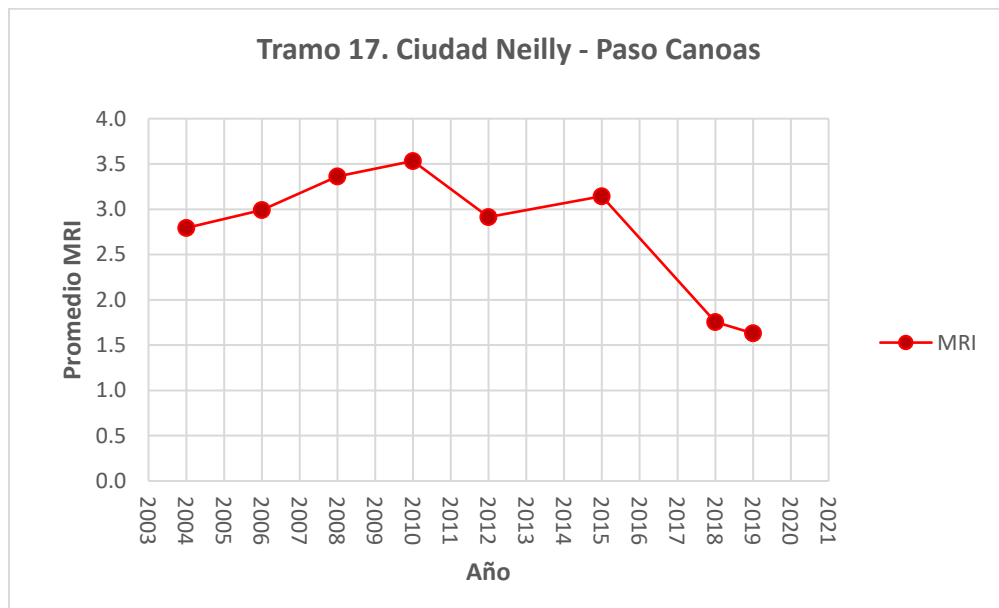


Figura 124. Índice de regularidad superficial Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas

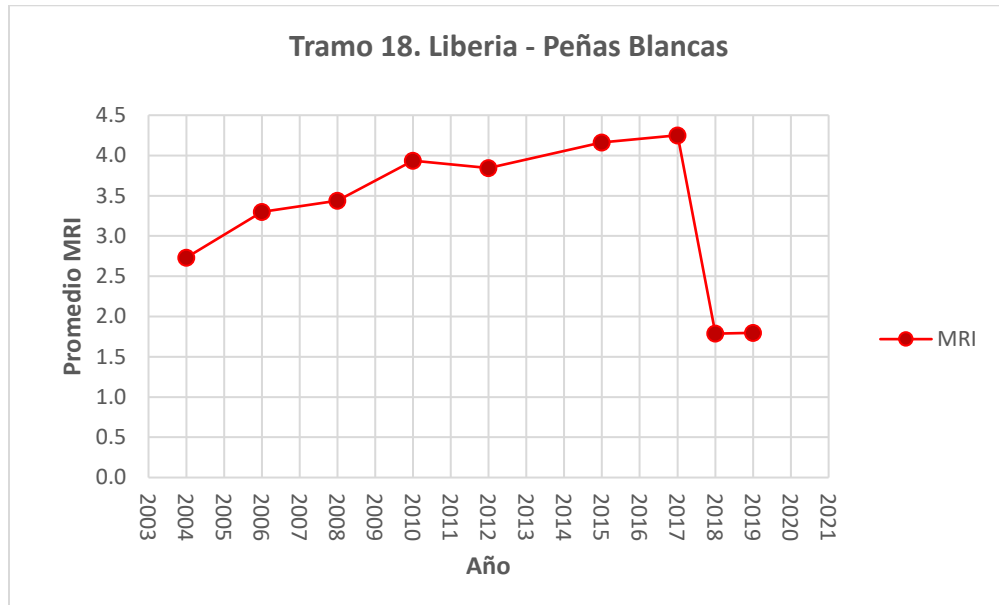


Figura 125. Índice de regularidad superficial Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas



Figura 126. Índice de regularidad superficial Tramo #19 Carrillo-Lajas

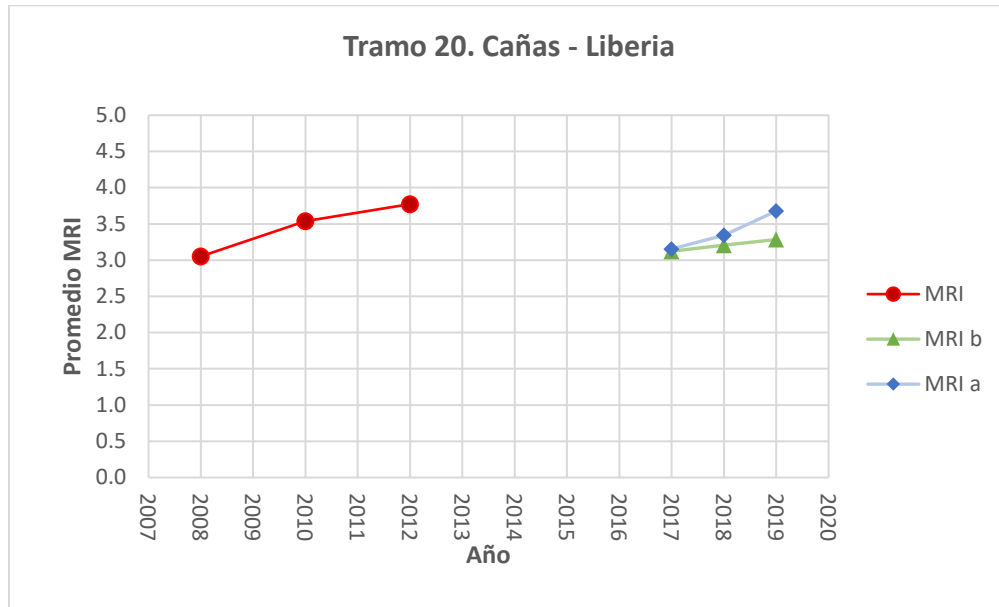


Figura 127. Índice de regularidad superficial Tramo #20 Cañas-Liberia

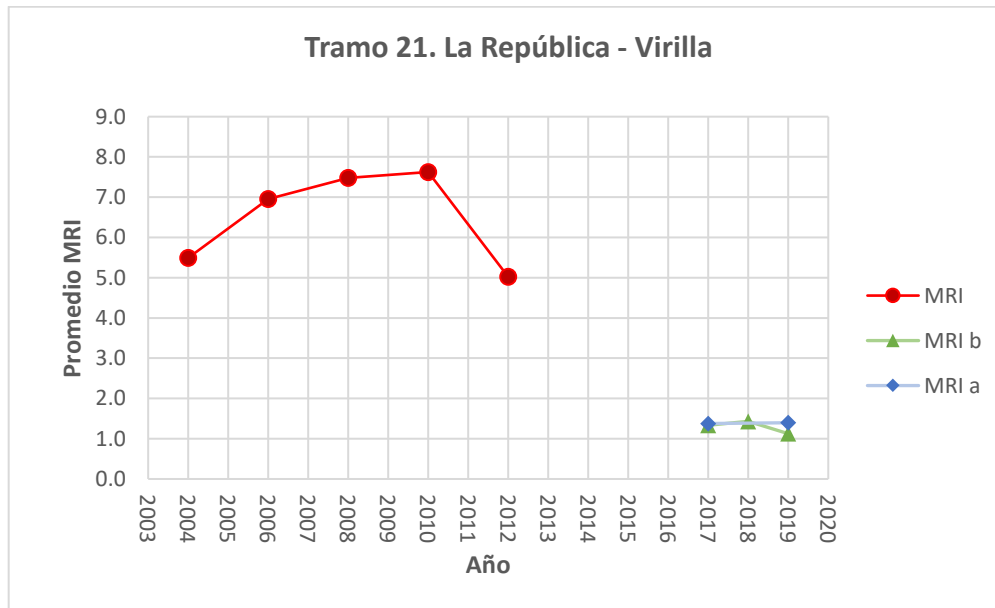


Figura 128. Índice de regularidad superficial Tramo #21 La República-Virilla

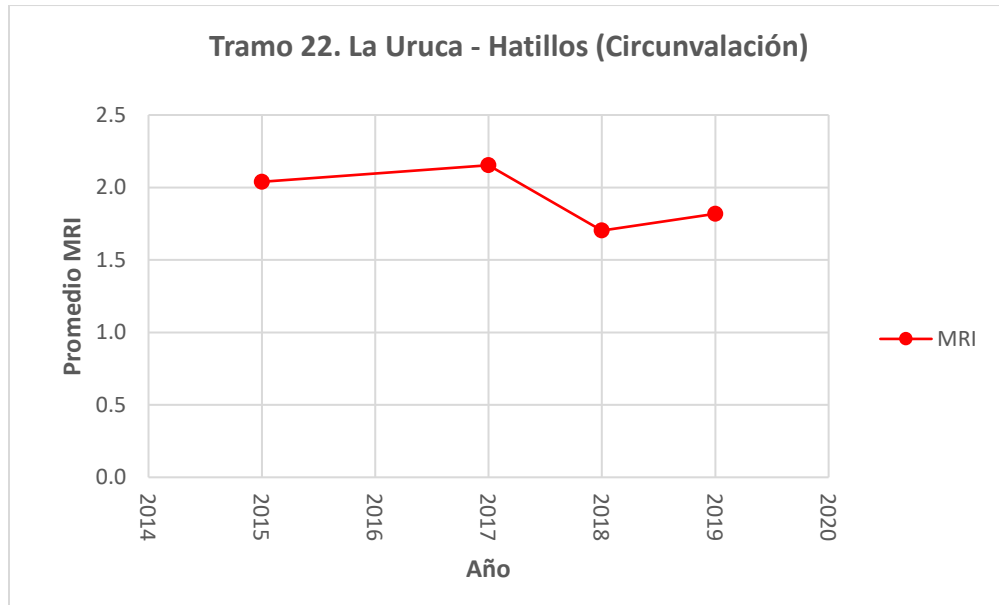


Figura 129. Índice de regularidad superficial Tramo #22 Circunvalación

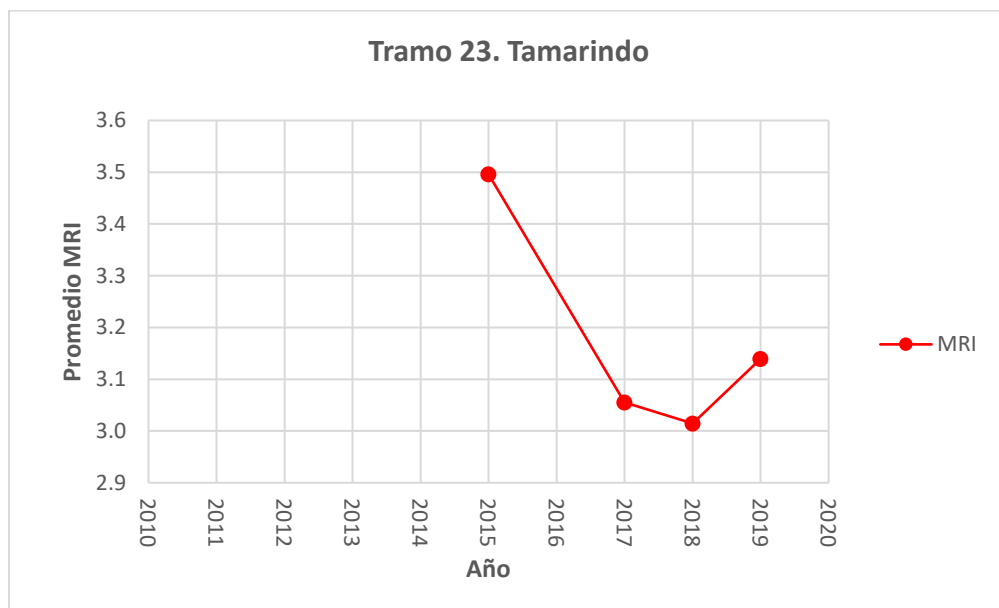


Figura 130. Índice de regularidad superficial Tramo #23 Tamarindo

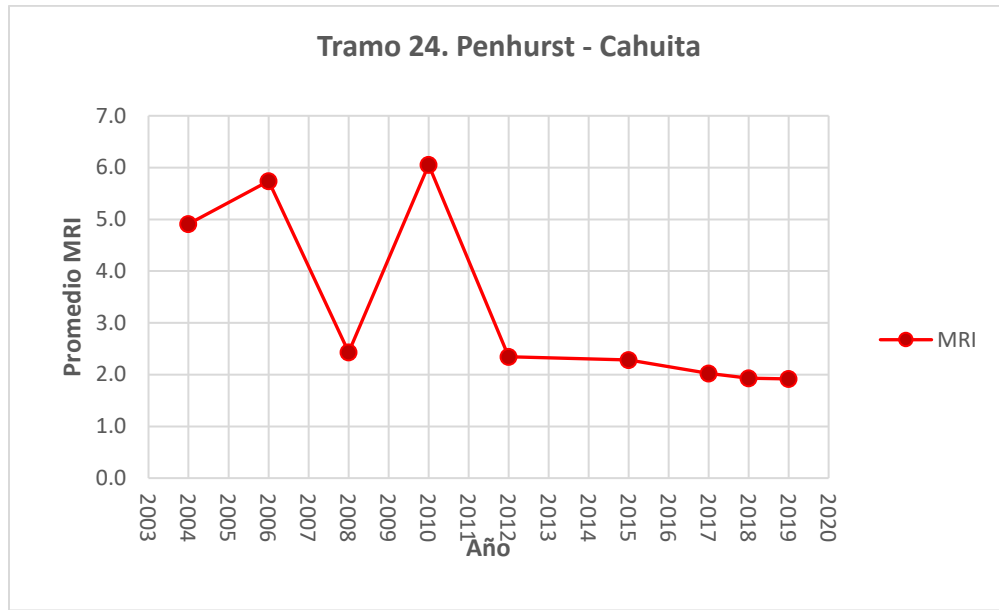


Figura 131. Índice de regularidad superficial Tramo #24 Cahuita-Penhurst

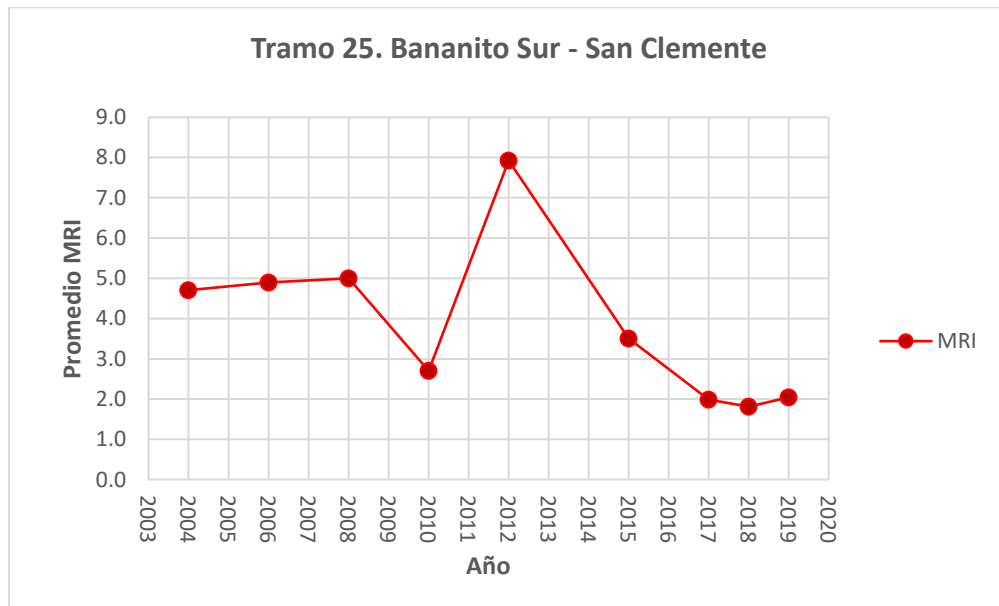


Figura 132. Índice de regularidad superficial Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur

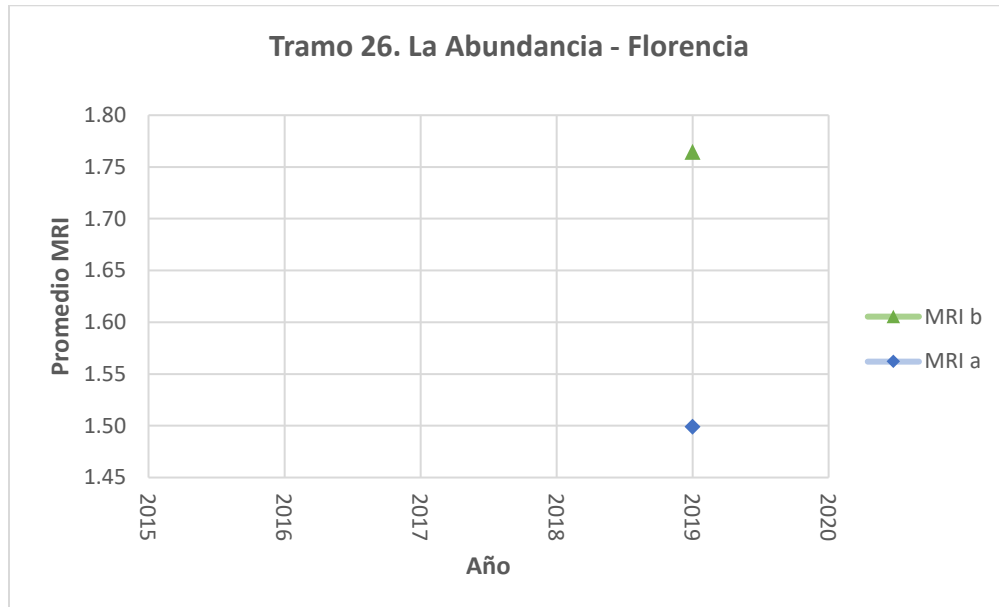


Figura 133. Índice de regularidad superficial Tramo #26 La Abundancia - Florencia



ANEXO D: AUSCULTACIÓN VISUAL (PCI)

Tabla 143. Resumen de auscultación visual por tramo

Tramo	Vida estimada al inicio	Ecuación	PCI					
			2014	2015	2016	2017	2018	2019
1 Sabalito-Las Mellizas	2,67	96,0	96	93	80	53	52	77
2 Quepos-Barú	11,9	52,0	52	44	34	97	89	85
3 Moravia-Coronado	4,3	90,3	100	90	83	74	70	68
4 Cartago-Paraíso	3,0	95,0	100	95		94	83	90
5 Barú-Pinuela	12,1	51,0	51	43	33	92	85	85
6 Jaco-Orotina	12,7	46,0	46	46	46	46	22	38
7 Interamericana-Caldera	11,9	52,0	80	52	27	92	92	88
8 Los Ángeles-Santo Domingo	1,58	98,7	97	99	96	89	88	81
9 Guácimo-Pocora						96	87	90
10 Limón-Siquirres						88	86	63
11 Palaya Hermosa-Esterillos	9,28	68,0	68	63	56	100	91	99
12 Santa Cruz-Nambi	6,99	79,0	79	100	100	100	97	98
13 Cot-Volcán Irazú	8,62	71,3	87	71	53	36	100	100
14 Buenos Aires-Cajón	11,9	52,0	52	44	34	100	92	95
15 Pérez Zeledón-Río Convento	3,40	93,7	94	90	86	100	100	100
16 Florencia-Santa Clara	8,48	72,0	72	67	61	90	70	100
17 Ciudad Neilly-Paso Canoas	14,44	28,7	29	19	12	6	100	95
18 Liberia-Penas Blancas	14,80	24,3		24	10	0	100	100
19 Carrillo-Lajas	2,67	96,0	83	96	93	80	67	85
20 Canas-Liberia	2,99	95,0		95	92	100	99	91
21 Ruta 32. La República-Virilla	0	100,0	100	100	98	100	100	88
22 Circunvalación reciclado	0	100,0	100	85	65	35	100	88
23 Tamarindo	0	100,0		100	100	78	63	83
24 Cahuita-Penhurst	0	100,0	100	100	98	93	91	85
25 San Clemente-Bananito Sur	8,69	71,0	71	66	60	100	95	89
26 Abundancia Florencia							100	97

Nota: los datos en gris son proyecciones



Ejemplo de ecuación genérica de PCI (Calibración pendiente)

$$PCI = 100 - 0,0031 t^4 + 0,0823 t^3 - 0,912 t^2 + 0,406 t \quad (1)$$

Donde:

t = Tiempo en años de la proyección

Tabla 144. Proyecciones de auscultación visual por tramo con base a la ecuación 1

Tramo	AJUSTE		PCI					
	Tiempo en servicio	Ec.	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1 Sabalito-Las Mellizas	7,43	77,00	72,28	67,25	61,74	55,51	48,23	39,51
2 Quepos-Barú	5,62	85,00	80,65	76,11	71,34	66,23	60,61	54,20
3 Moravia-Coronado	9,31	67,86	62,42	56,28	49,14	40,62	30,24	17,49
4 Cartago-Paraíso	4,48	89,67	85,59	81,27	76,75	72,02	66,97	61,43
5 Barú-Pinuela	5,62	85,00	80,65	76,11	71,34	66,23	60,61	54,20
6 Jaco-Orotina	13,55	38,33	27,44	14,03	-2,52	22,92	47,94	78,43
7 Interamericana-Caldera	3,87	92,00	83,94	79,54	74,95	70,11	64,89	59,10
8 Los Ángeles-Santo Domingo	4,82	88,33	84,16	79,77	75,19	70,37	65,17	59,41
9 Guácimo-Pocora	4,48	89,67	85,59	81,27	76,75	72,02	66,97	61,43
10 Limón-Siquirres	10,26	62,67	56,57	49,48	41,03	30,74	18,11	2,51
11 Palaya Hermosa-Esterillos	1,19	99,33	97,32	94,38	90,80	86,81	82,56	78,10
12 Santa Cruz-Nambi	2,04	97,67	94,84	91,34	87,40	83,18	78,74	74,11
13 Cot-Volcán Irazú	0,00	100,00	99,57	97,77	94,98	91,51	87,58	83,36
14 Buenos Aires-Cajón	2,99	95,00	91,53	87,60	83,39	78,97	74,35	69,47
15 Pérez Zeledón-Río Convento	0,00	100,00	99,57	97,77	94,98	91,51	87,58	83,36
16 Florencia-Santa Clara	0,00	100,00	99,57	97,77	94,98	91,51	87,58	83,36
17 Ciudad Neilly-Paso Canoas	3,10	94,67	91,14	87,18	82,94	78,50	73,86	68,95
18 Liberia-Penas Blancas	0,00	100,00	99,57	97,77	94,98	91,51	87,58	83,36
19 Carrillo-Lajas	5,54	85,33	81,00	76,47	71,72	66,65	61,07	54,73
20 Canas-Liberia	4,22	90,67	86,67	82,40	77,94	73,27	68,31	62,92
21 Ruta 32. La República-Virilla	5,00	87,58	83,36	78,94	74,32	69,44	64,16	58,27
22 Circunvalación reciclado	5,00	87,58	83,36	78,94	74,32	69,44	64,16	58,27
23 Tamarindo	6,16	82,67	78,22	73,56	68,63	63,27	57,25	50,29
24 Cahuita-Penhurst	5,62	85,00	80,65	76,11	71,34	66,23	60,60	54,19



Tramo	AJUSTE		PCI					
	Tiempo en servicio	Ec.	2020	2021	2022	2023	2024	2025
25 San Clemente-Bananito Sur	4,65	89,00	84,87	80,52	75,97	71,19	66,07	60,43
26 Abundancia Florencia	2,31	97,00	93,97	90,33	86,30	82,02	77,53	72,84

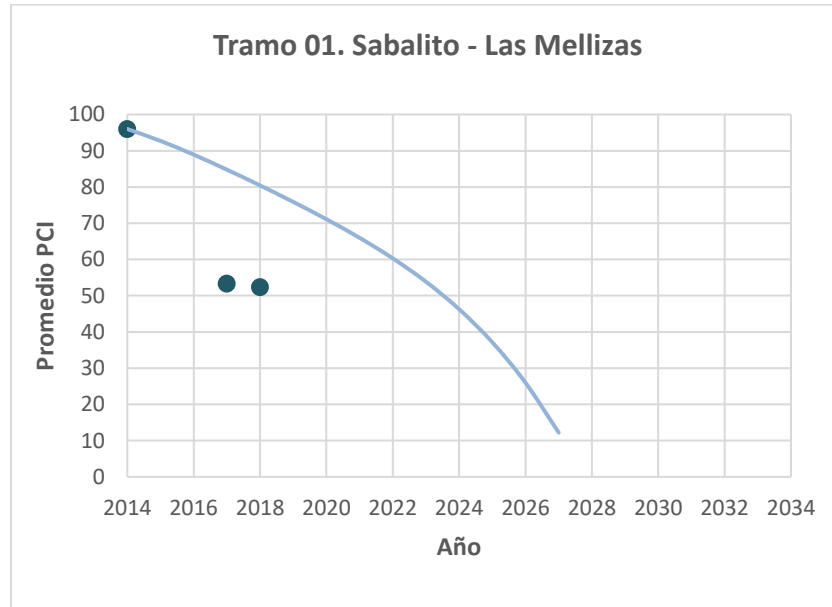


Figura 134. Índice de condición presente del Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas

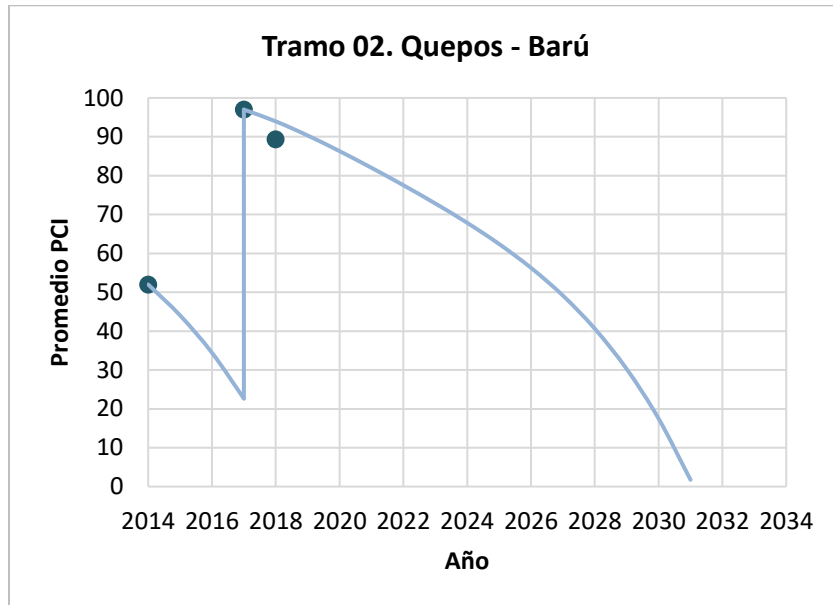


Figura 135. Índice de condición presente del Tramo #2 Quepos-Barú

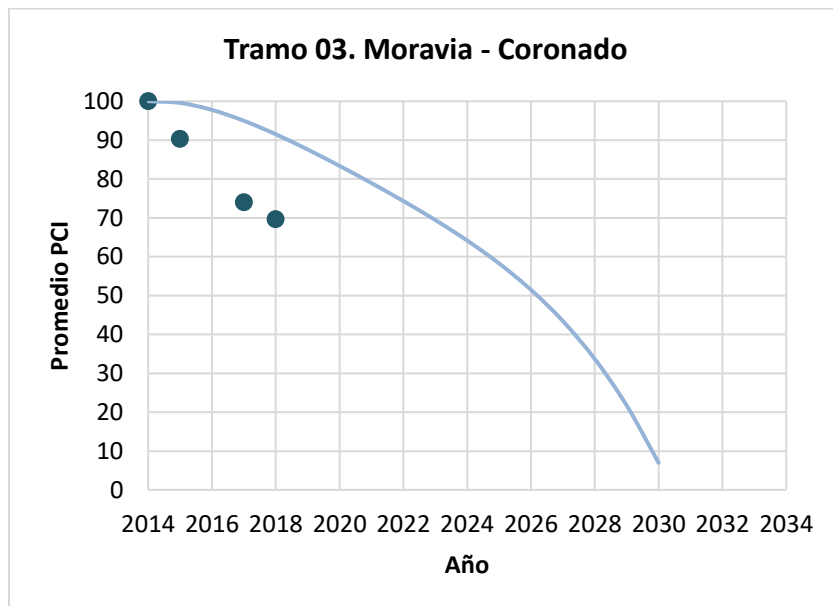


Figura 136. Índice de condición presente del Tramo #3 Moravia-Coronado

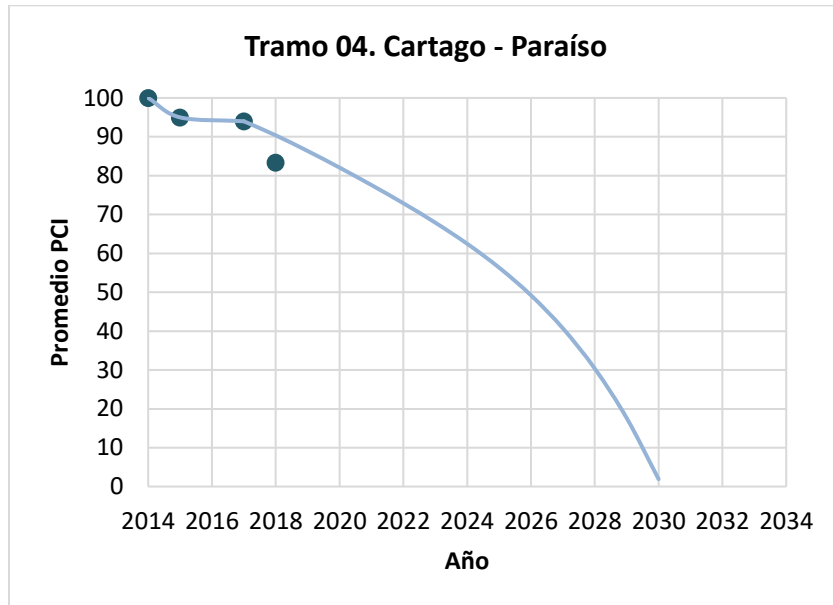


Figura 137. Índice de condición presente del Tramo #4 Cartago-Paraíso

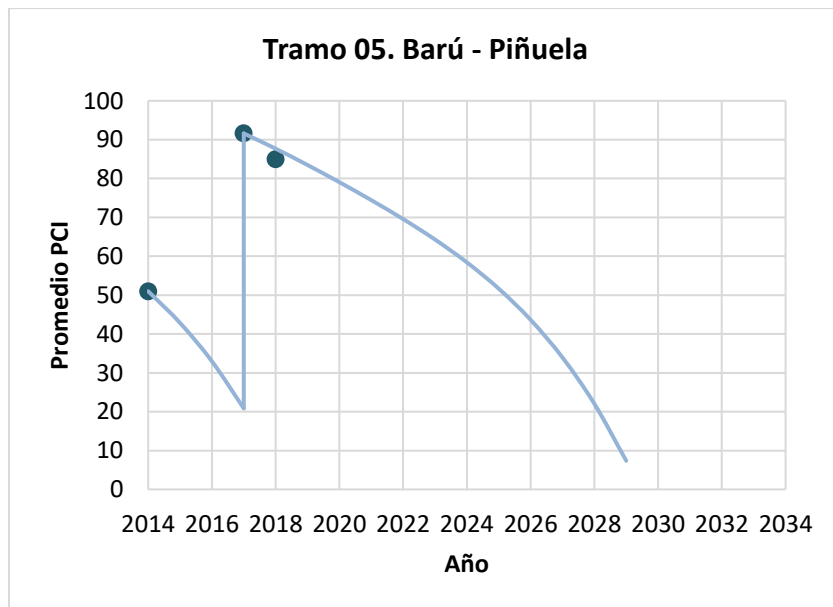


Figura 138. Índice de condición presente del Tramo #5 Barú-Piñuela

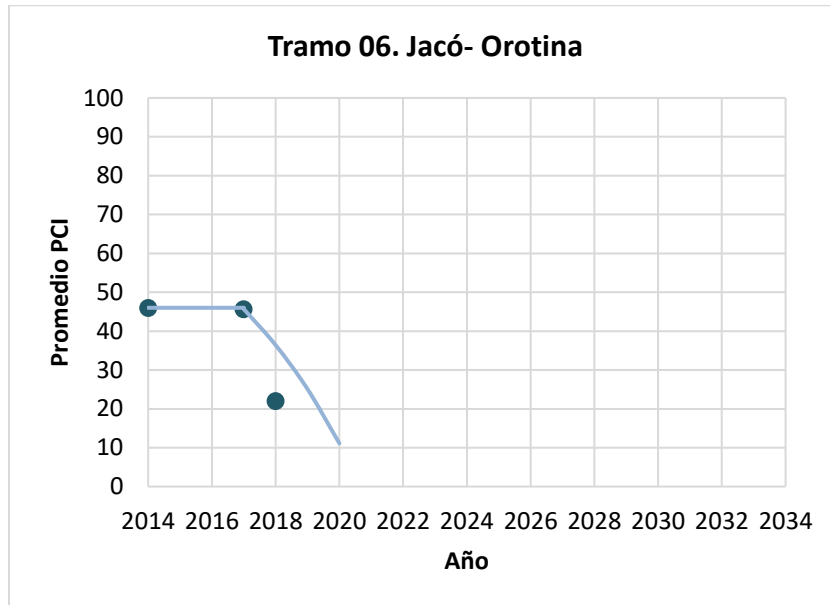


Figura 139. Índice de condición presente del Tramo #6 Jacó-Orotina

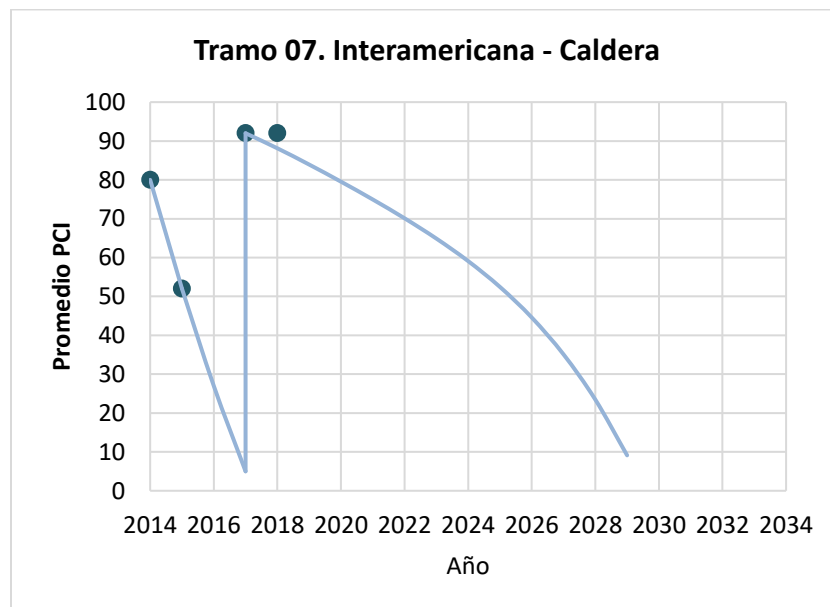


Figura 140. Índice de condición presente del Tramo #7 Interamericana-Caldera

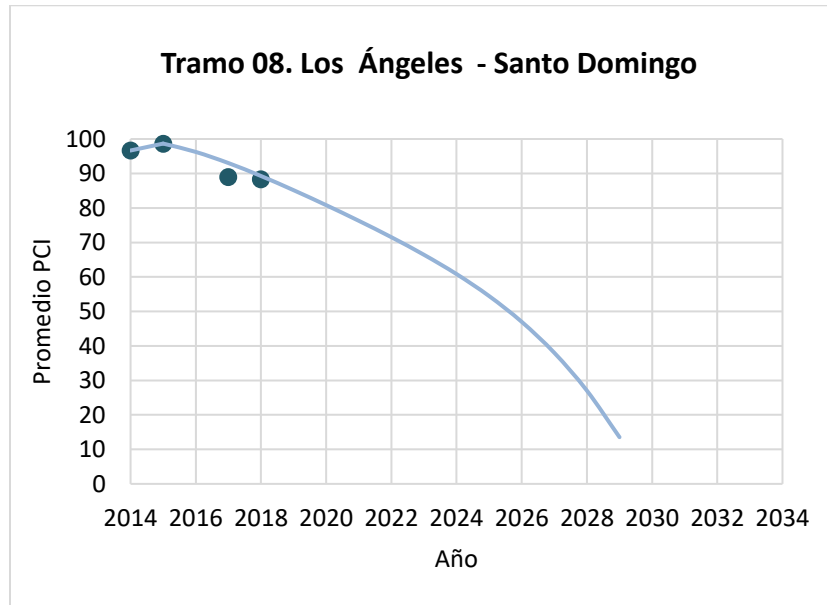


Figura 141. Índice de condición presente del Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo

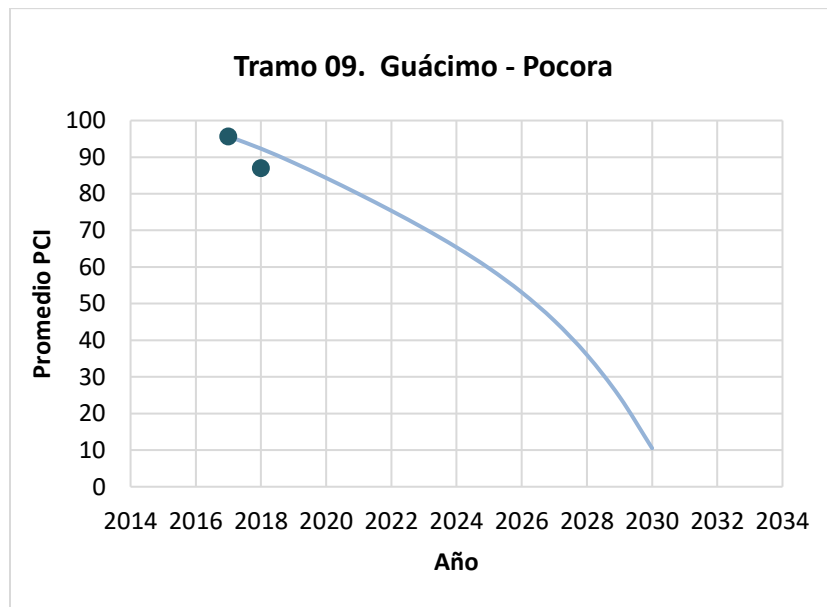


Figura 142. Índice de condición presente del Tramo #9 Guácimo-Pocora



Figura 143. Índice de condición presente del Tramo #10 Limón-Siquirres



Figura 144. Índice de condición presente del Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos

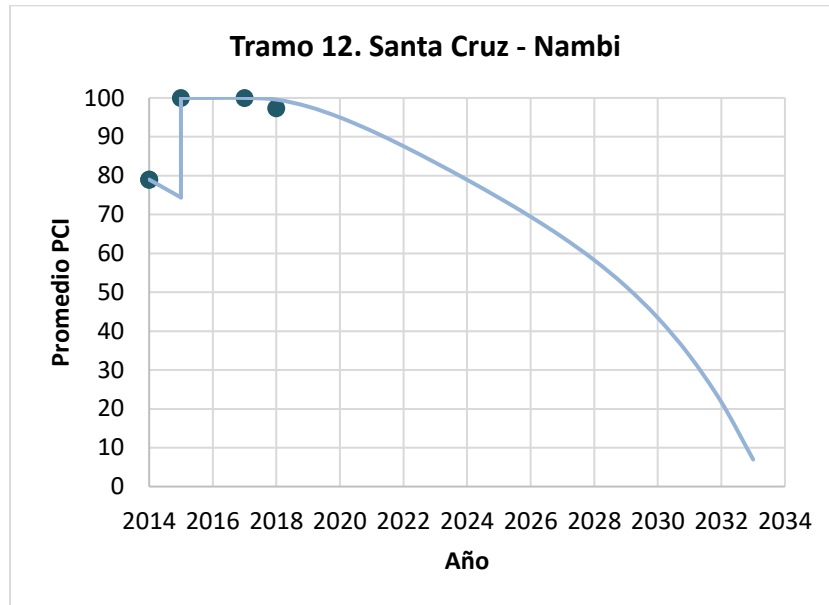


Figura 145. Índice de condición presente del Tramo #12 Santa Cruz-Nambi

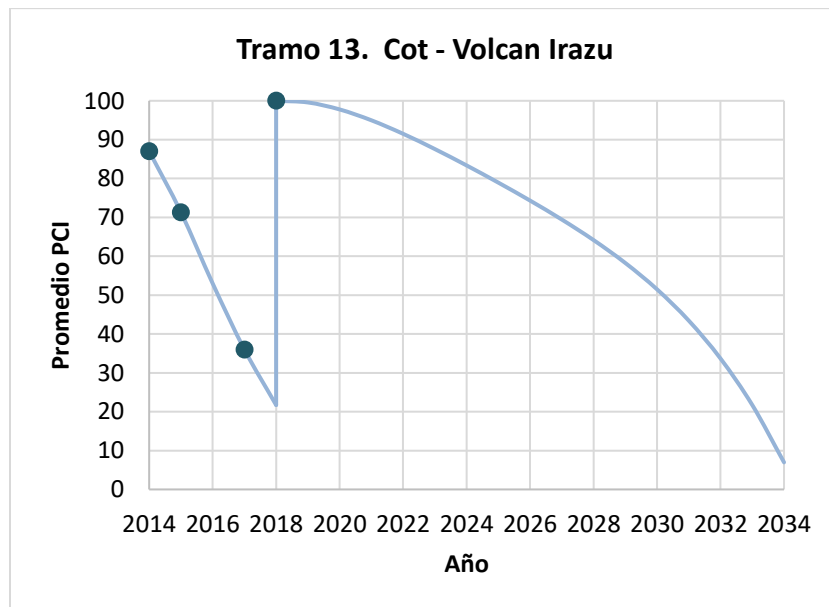


Figura 146. Índice de condición presente del Tramo #13 Cot-Volcán-Irazú

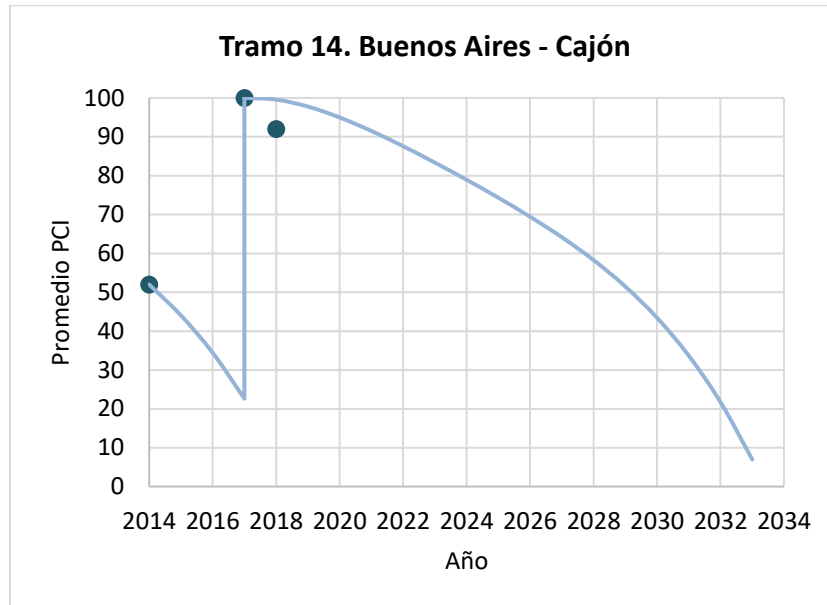


Figura 147. Índice de condición presente del Tramo #14 Buenos Aires-Cajón

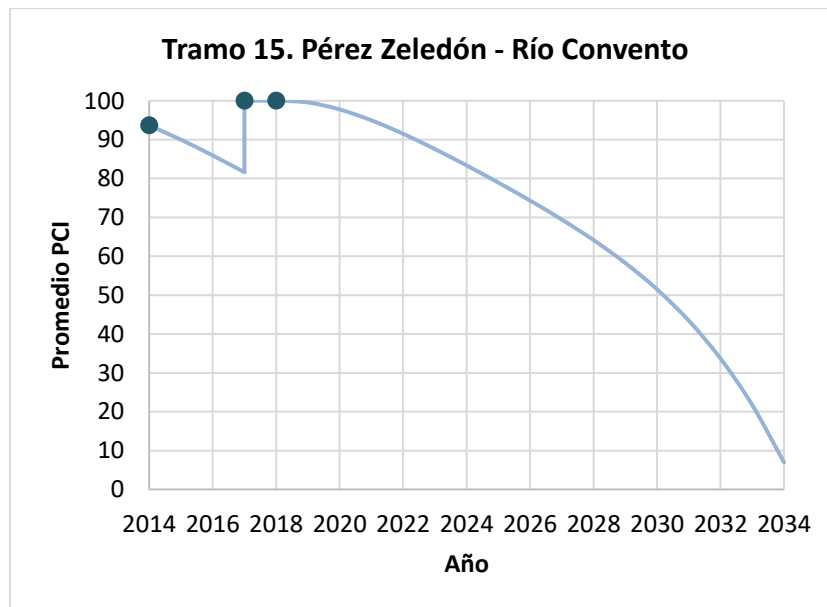


Figura 148. Índice de condición presente del Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento

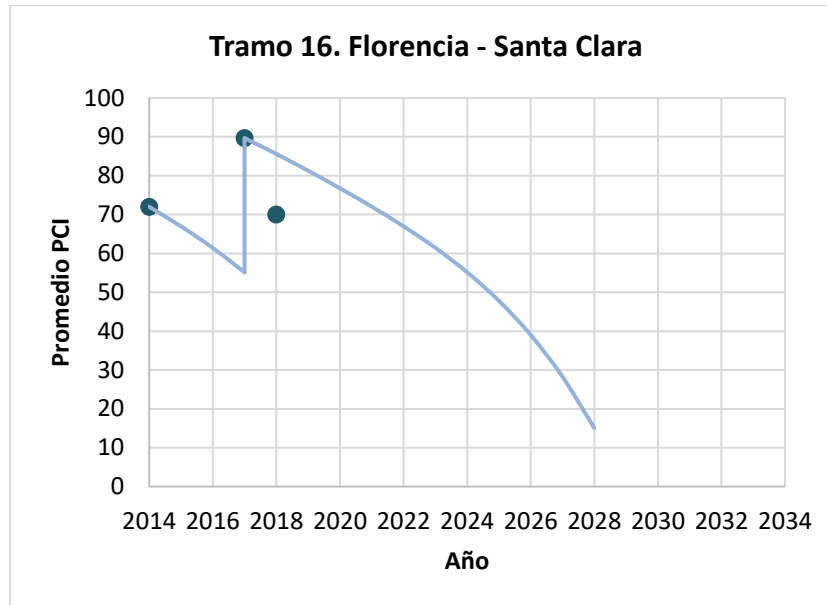


Figura 149. Índice de condición presente del Tramo #16 Florencia-Santa Clara

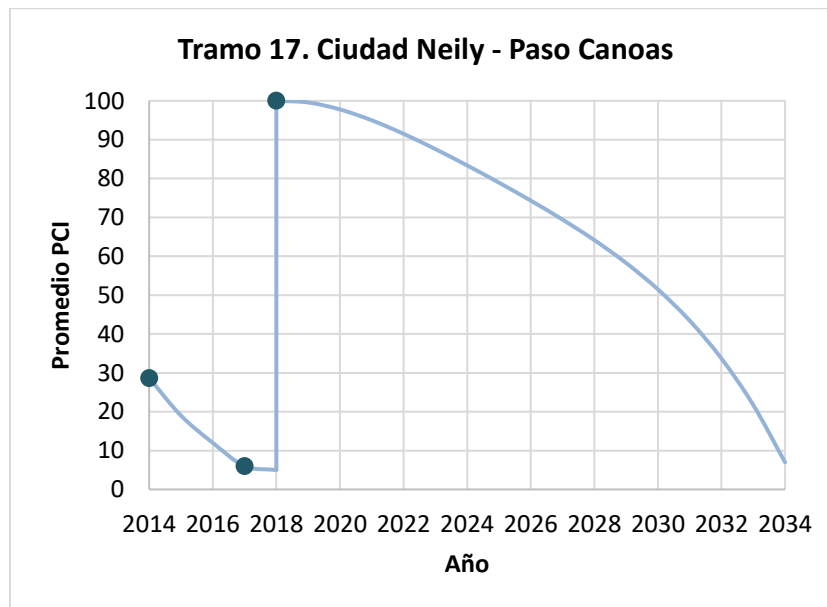


Figura 150. Índice de condición presente del Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas

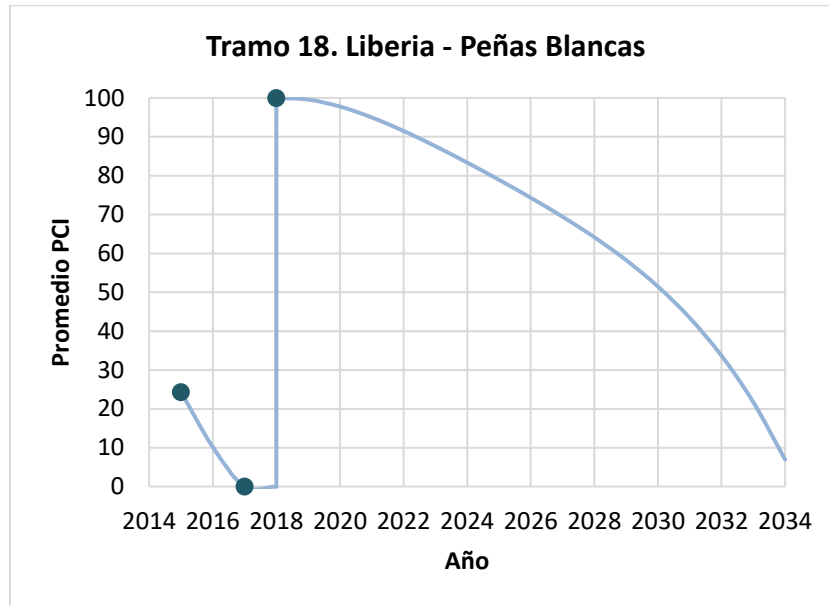


Figura 151. Índice de condición presente del Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas

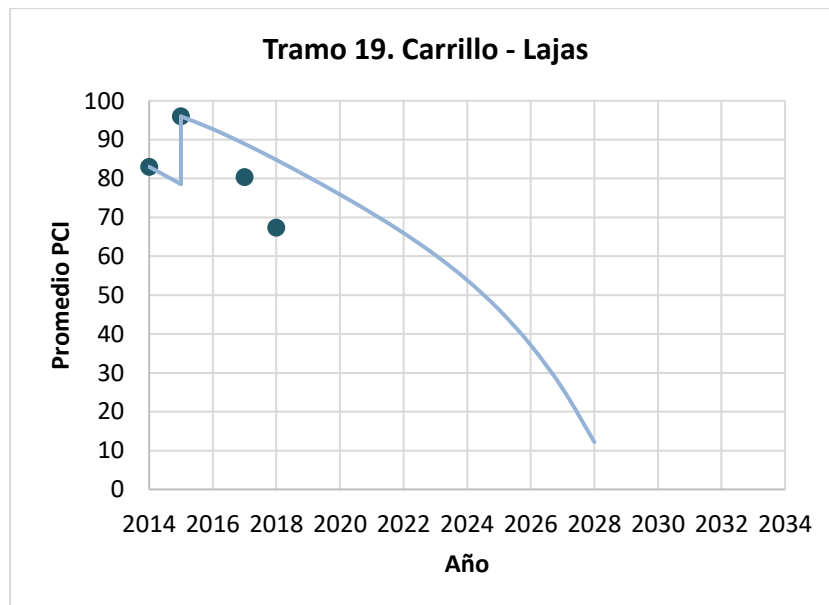


Figura 152. Índice de condición presente del Tramo #19 Carrillo-Lajas

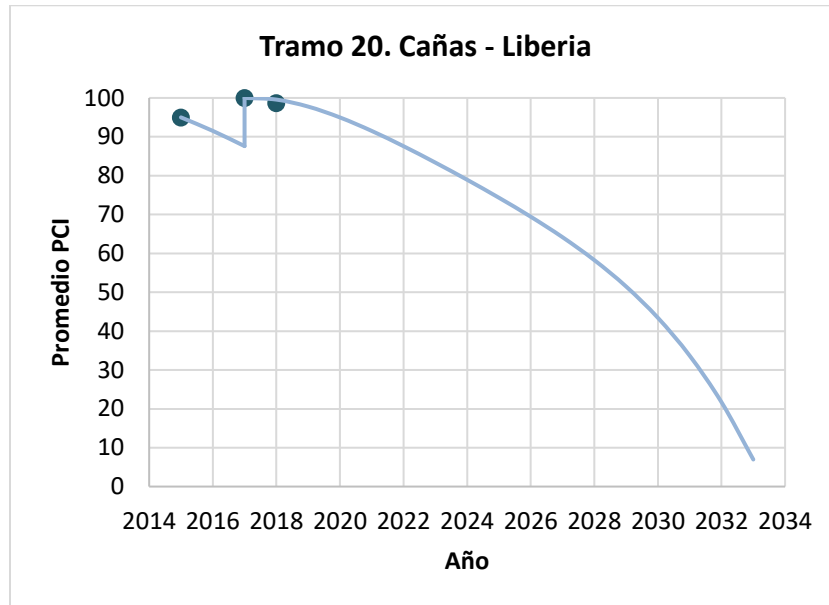


Figura 153. Índice de condición presente del Tramo #20 Cañas-Liberia

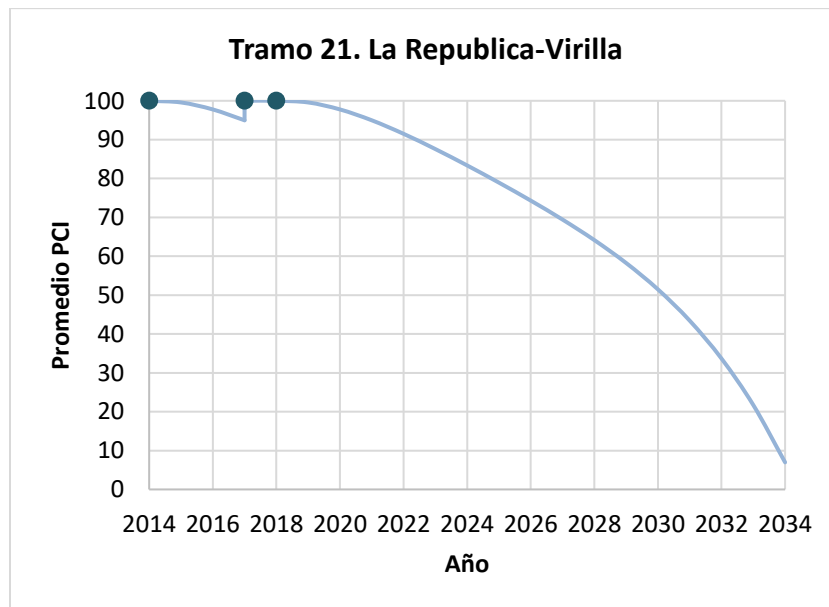


Figura 154. Índice de condición presente del Tramo #21 La República-Virilla

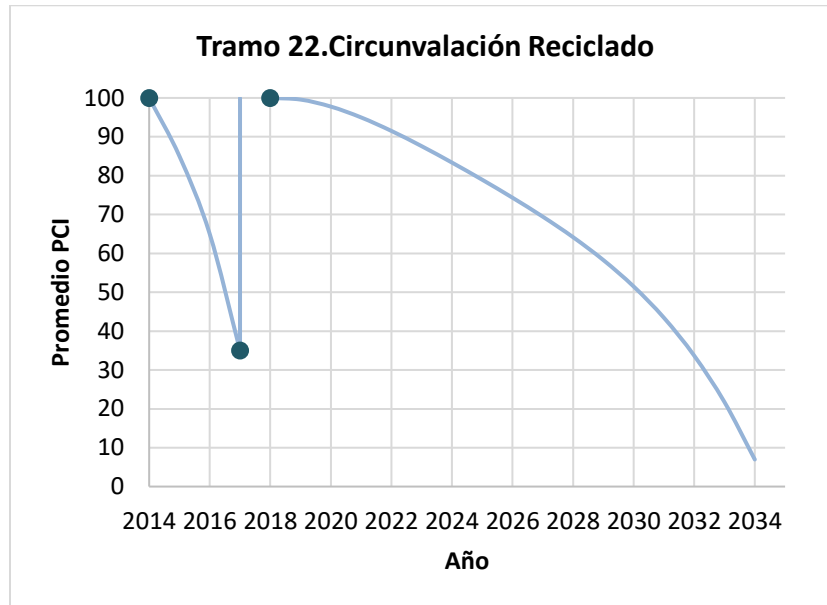


Figura 155. Índice de condición presente del Tramo #22 Circunvalación

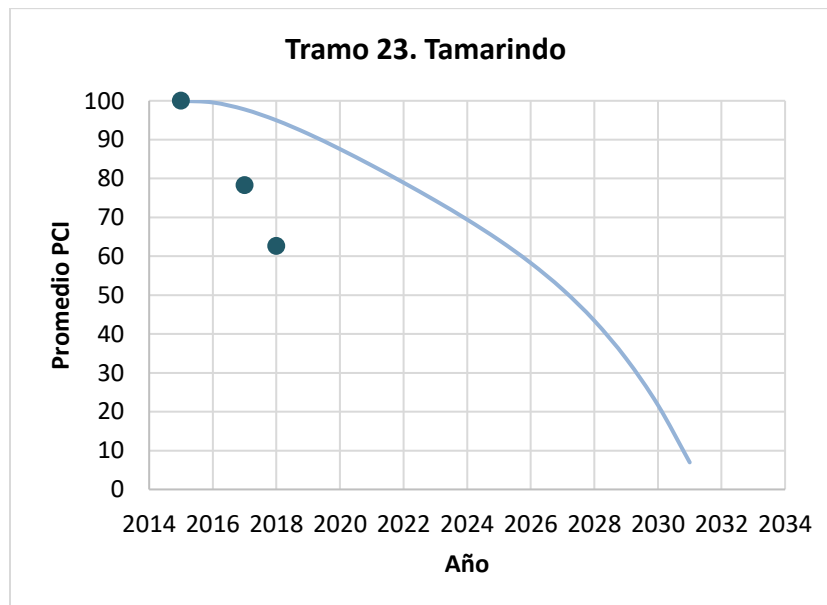


Figura 156. Índice de condición presente del Tramo #23 Tamarindo

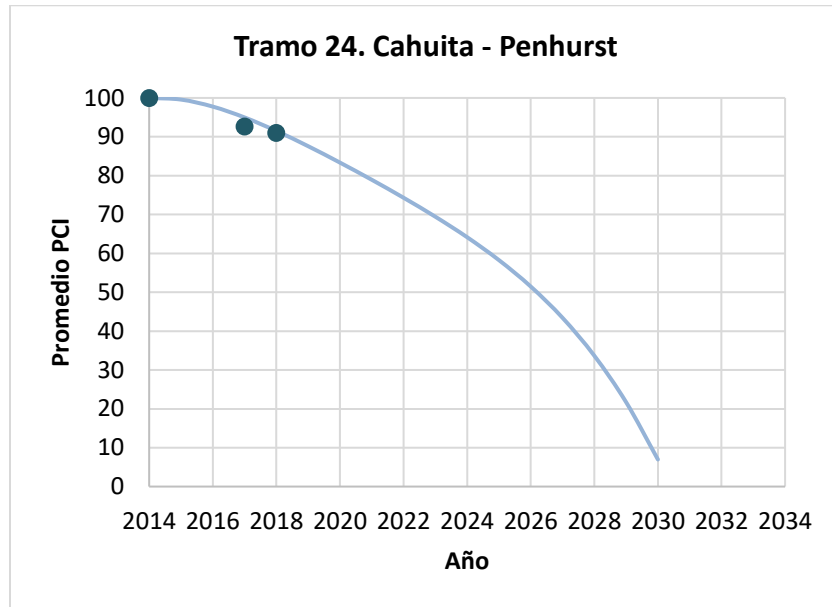


Figura 157. Índice de condición presente del Tramo #24 Cahuita-Penhurst

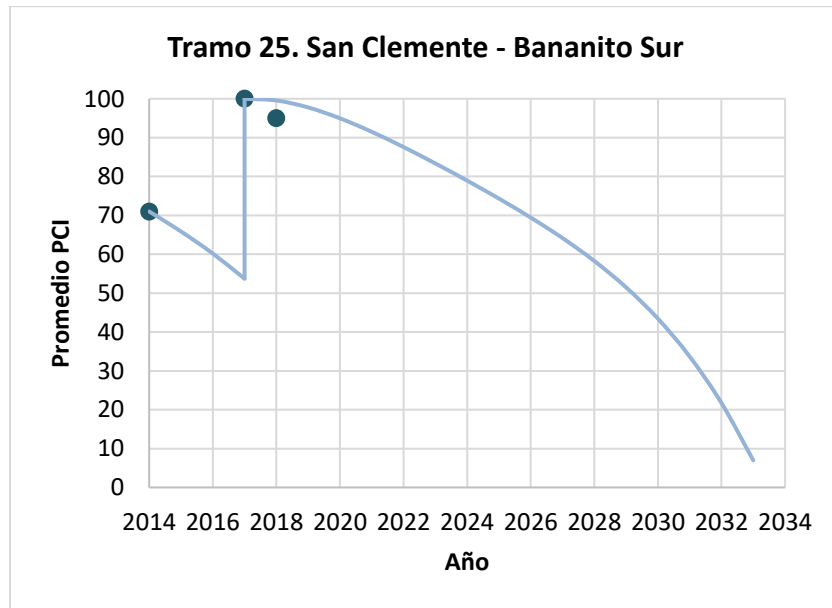


Figura 158. Índice de condición presente del Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur

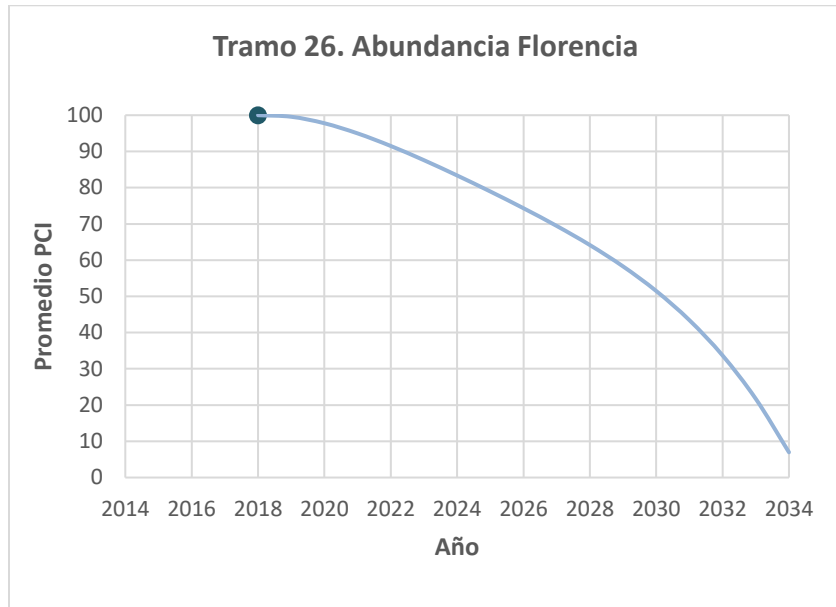


Figura 159. Índice de condición presente del Tramo #26 Abundancia-Florencia



ANEXO E: FRICCIÓN SUPERFICIAL (GRIP)

Tabla 145. Resumen de fricción superficial por tramo

Tramo		GN			
		2015	2017	2018	2019
1	Sabalito-Las Mellizas	0,52	0,56	0,53	0,45
2	Quepos-Barú	0,50	0,46	0,63	0,54
3	Moravia-Coronado	0,47	0,36	-	0,54
4	Cartago-Paraíso	0,73	0,34	0,54	0,54
5	Barú - Piñuela	-	0,28	-	0,47
6	Jaco-Orotina	0,46	0,27	-	0,34
7	Interamericana-Caldera	0,33	0,27	-	0,30
8	Los Ángeles-Santo Domingo	0,63	0,57	0,68	0,60
9	Guácimo - Pocora	0,60	0,38	0,50	0,59
10	Limón-Siquirres	0,62	0,48	0,53	0,71
11	Palaya Hermosa-Esterillos	0,50	0,50	0,65	0,53
12	Santa Cruz-Nambí	0,15	0,40	-	0,30
13	Cot - Volcán Irazú	-	0,00	-	0,64
14	Buenos Aires-Cajón	0,53	0,43	0,42	0,31
15	Pérez Zeledón -Rio Convento	0,27	0,32	0,42	0,48
16	Florencia-Santa Clara	0,53	0,37	0,44	0,52
17	Ciudad Neilly-Paso Canoas	0,27	0,30	0,53	0,39
18	Liberia-Penas Blancas	0,58	-	-	0,60
19	Carrillo-Lajas	0,39	0,34	-	0,23
20	Canas-Liberia	-	-	-	-
21	Ruta 32 - La República	-	-	-	-
22	Circunvalación	0,53	0,52	0,73	0,56
23	Tamarindo	0,29	0,35	0,00	0,43
24	Cahuita - Penhurst	0,69	0,50	0,57	0,54
25	San Clemente-Bananito Sur	0,73	0,57	0,64	0,59
26	Abundancia - Florencia	-	-	-	-



Tabla 146. Resumen de fricción superficial por sentido

Tramo	GN a				GN b			
	2015	2017	2018	2019	2015	2017	2018	2019
1 Canas-Liberia	0,00	0,49	-	0,55	-	0,68	-	0,73
2 Ruta 32 - La República	0,55	0,50	0,52	0,50	-	0,54	0,57	0,43
26 Abundancia - Florencia	-	-	-	0,64	-	-	-	0,72

Tabla 147. Clasificación internacional del pavimento según el GN

Condición de Agarre	Rango de GN	Nivel			Tipo de Pavimento característico
		Deslizamiento	Probabilidad de accidentes	Riesgo medio de accidentalidad	
Malo	<0,50	Muy deslizante	Muy alta probabilidad	mayor a 20	Pavimento flexible compuesto de agregado pulimentable ej.: calizo
Regular	0,50 - 0,60	Deslizante	Alta probabilidad	16 a 20	Pavimento flexible con alto grado de exudación y pérdida de textura
Bueno	0,60 - 0,78	Poco deslizante	Moderada probabilidad	10 a 16	Pavimento rígido y flexible con buena textura
Muy Bueno	>0,78	No deslizante	Poca probabilidad	menor a 10	Pavimento nuevo o sobrecapa

Fuente: LANAMME, 2019

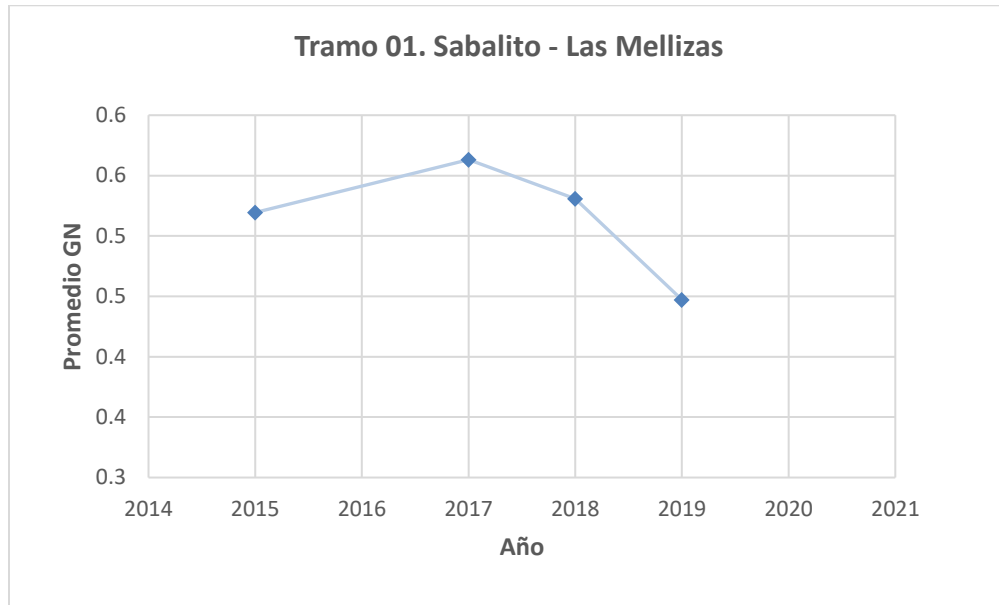


Figura 160. Índice de agarre (fricción) del Tramo #1 Sabalito-Las Mellizas

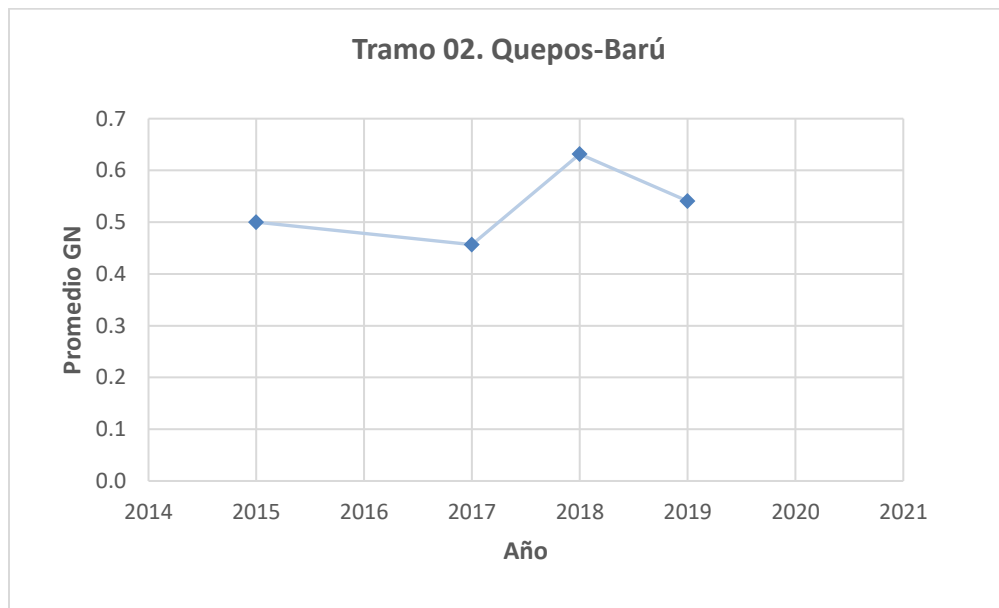


Figura 161. Índice de agarre (fricción) del Tramo #2 Quepos-Barú

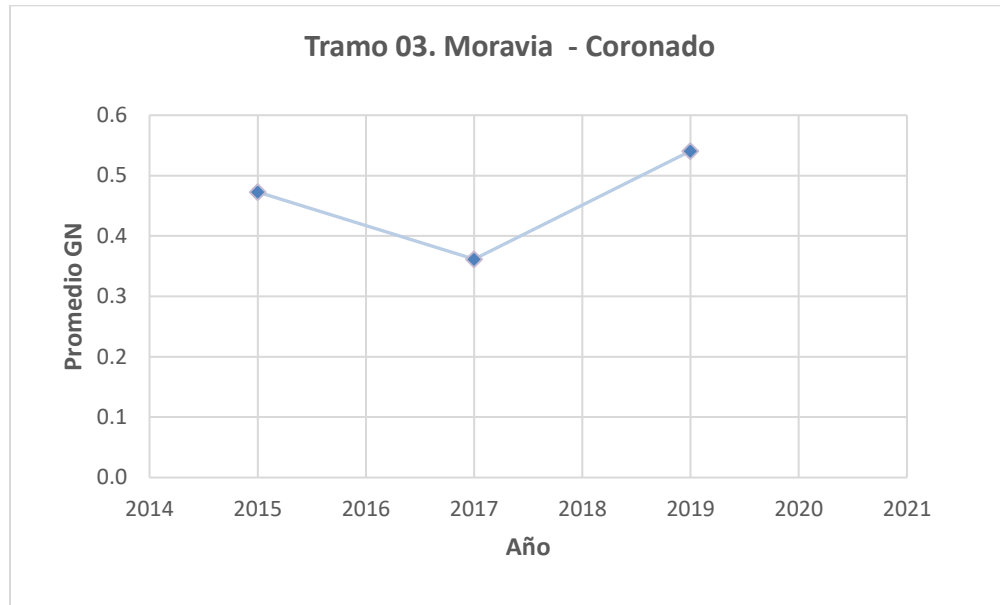


Figura 162. Índice de agarre (fricción) del Tramo #3 Moravia-Coronado

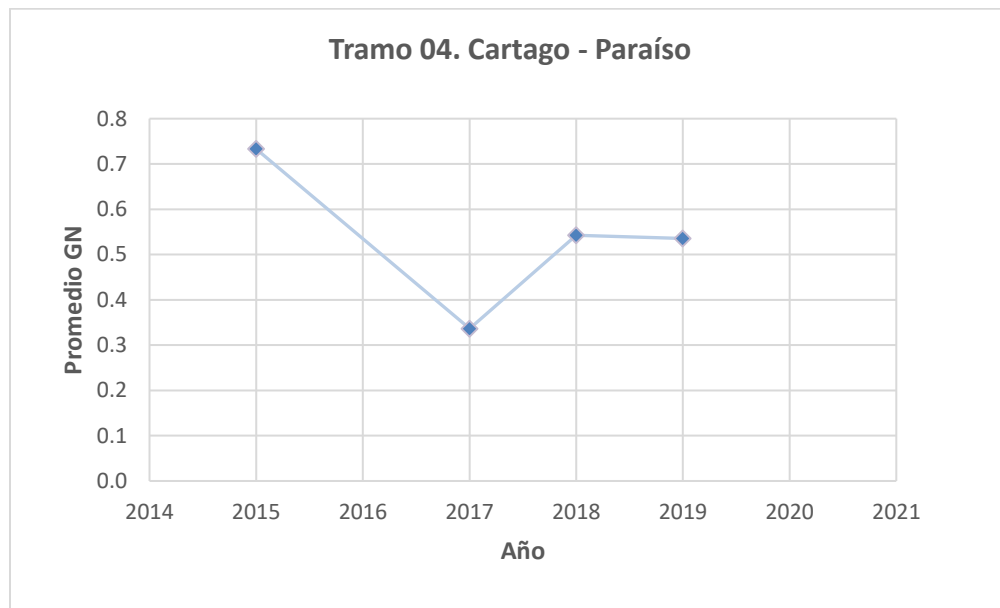


Figura 163. Índice de agarre (fricción) del Tramo #4 Cartago-Paraíso

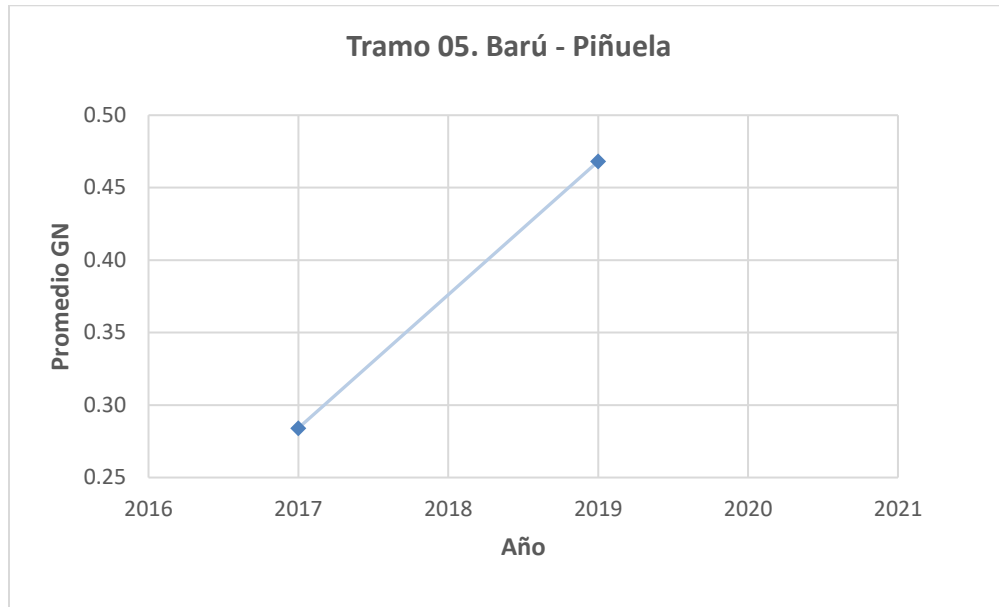


Figura 164. Índice de agarre (fricción) del Tramo #5 Barú-Piñuela



Figura 165. Índice de agarre (fricción) del Tramo #6 Jacó-Orotina

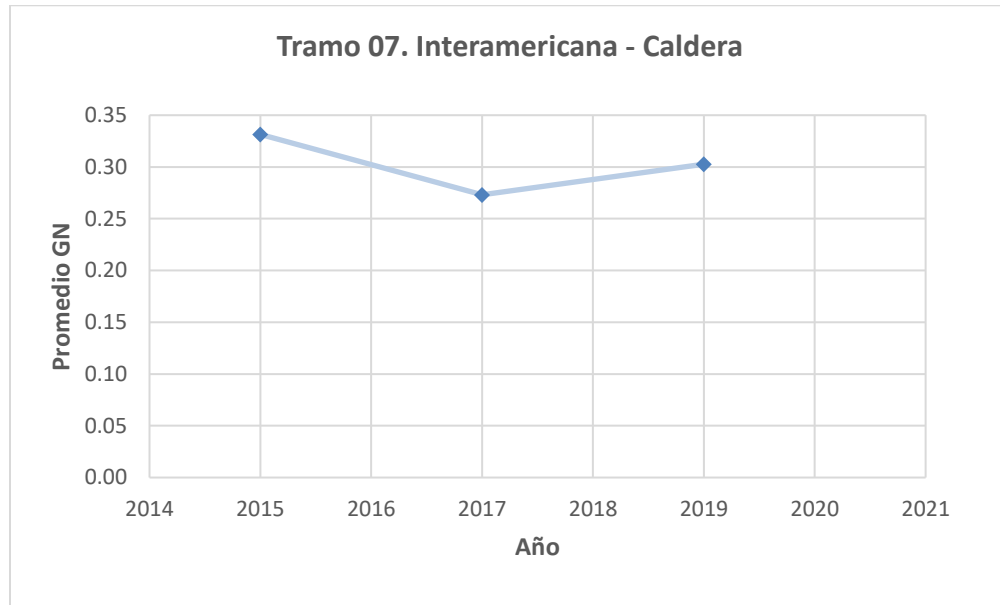


Figura 166. Índice de agarre (fricción) del Tramo #7 Interamericana-Caldera

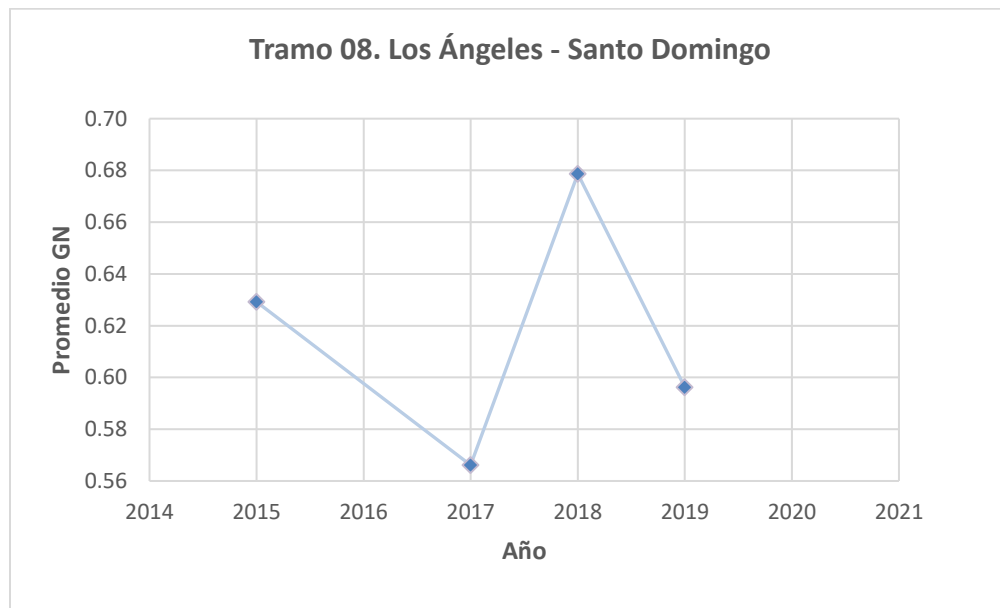


Figura 167. Índice de agarre (fricción) del Tramo #8 Los Ángeles-Santo Domingo

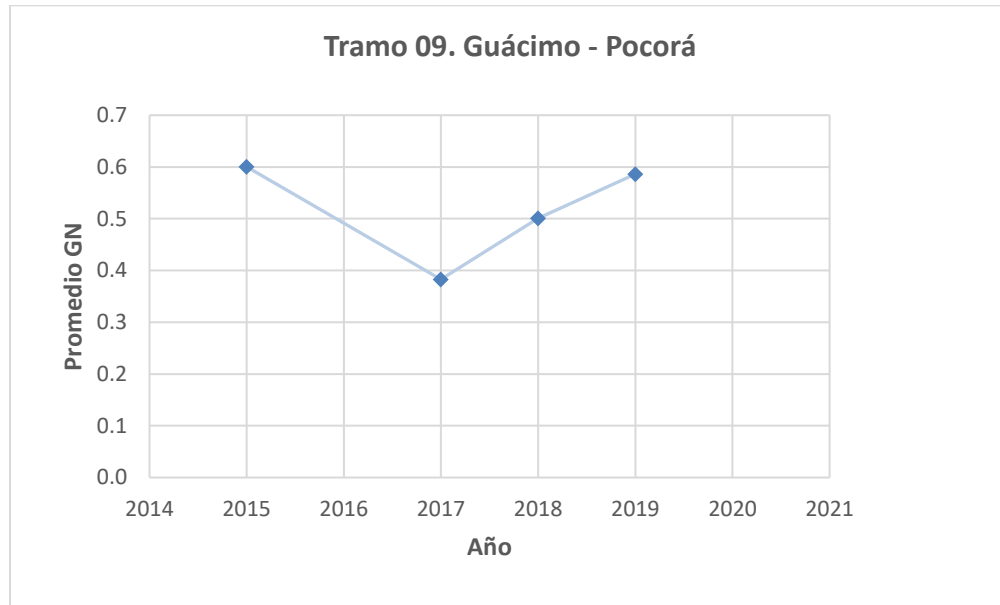


Figura 168. Índice de agarre (fricción) del Tramo #9 Guácimo-Pocora



Figura 169. Índice de agarre (fricción) del Tramo #10 Limón-Siquirres



Figura 170. Índice de agarre (fricción) del Tramo #11 Playa Hermosa-Esterillos

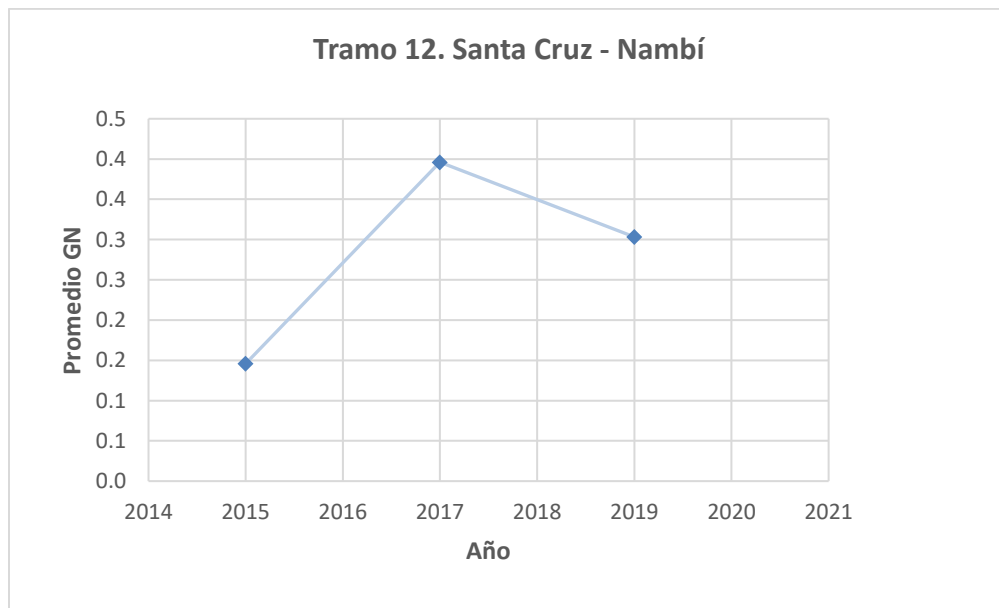


Figura 171. Índice de agarre (fricción) del Tramo #12 Santa Cruz-Nambí

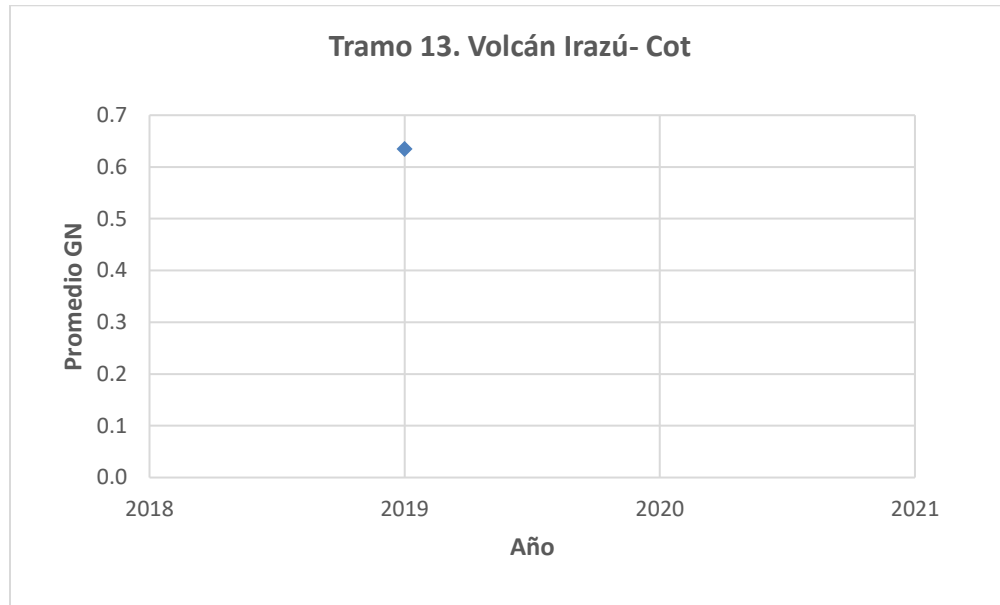


Figura 172. Índice de agarre (fricción) del Tramo #13 Volcán Irazú - Cot



Figura 173. Índice de agarre (fricción) del Tramo #14 Buenos Aires-Cajón

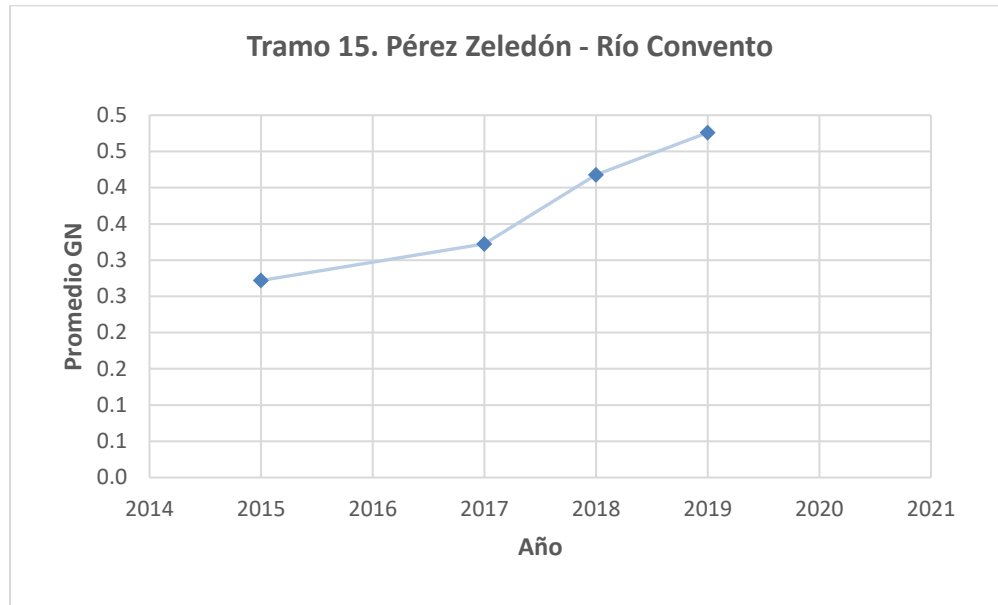


Figura 174. Índice de agarre (fricción) del Tramo #15 Pérez Zeledón-Río Convento

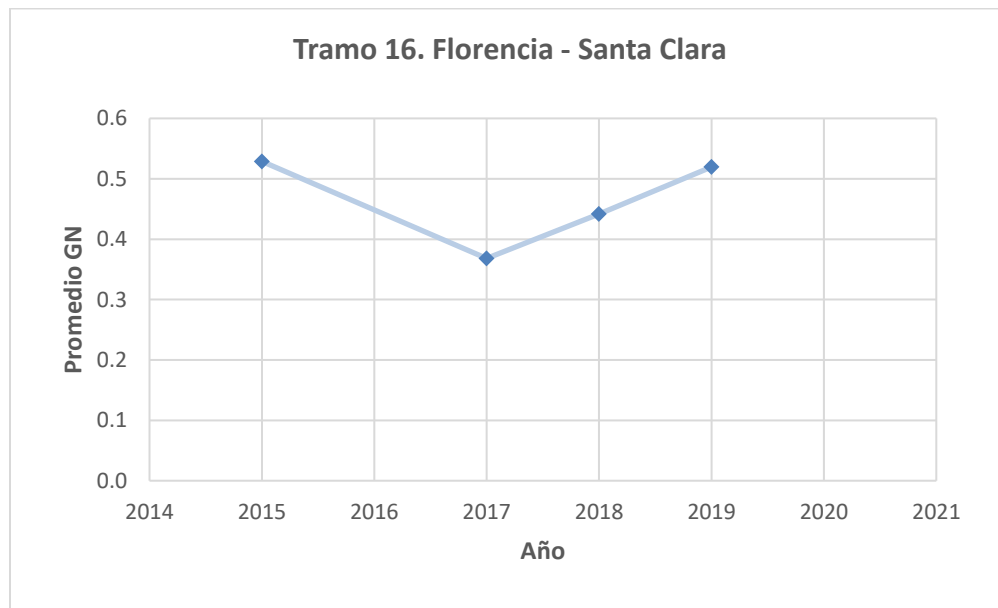


Figura 175. Índice de agarre (fricción) del Tramo #16 Florencia-Santa Clara

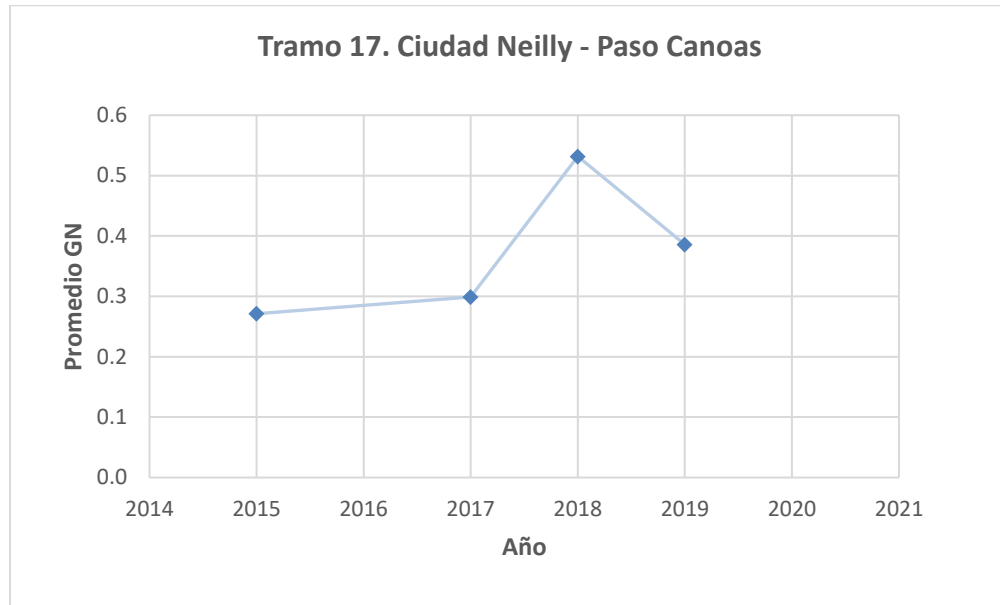


Figura 176. Índice de agarre (fricción) del Tramo #17 Ciudad Neilly-Paso Canoas

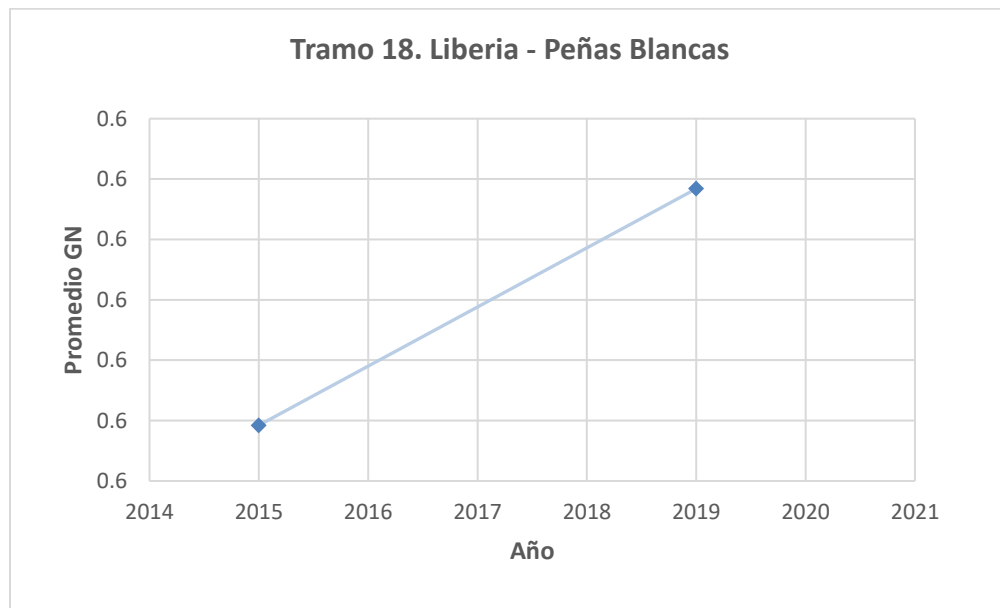


Figura 177. Índice de agarre (fricción) del Tramo #18 Liberia-Peñas Blancas



Figura 178. Índice de agarre (fricción) del Tramo #19 Carrillo-Lajas



Figura 179. Índice de agarre (fricción) del Tramo #20 Cañas-Liberia



Figura 180. Índice de agarre (fricción) del Tramo #21 La República-Virilla

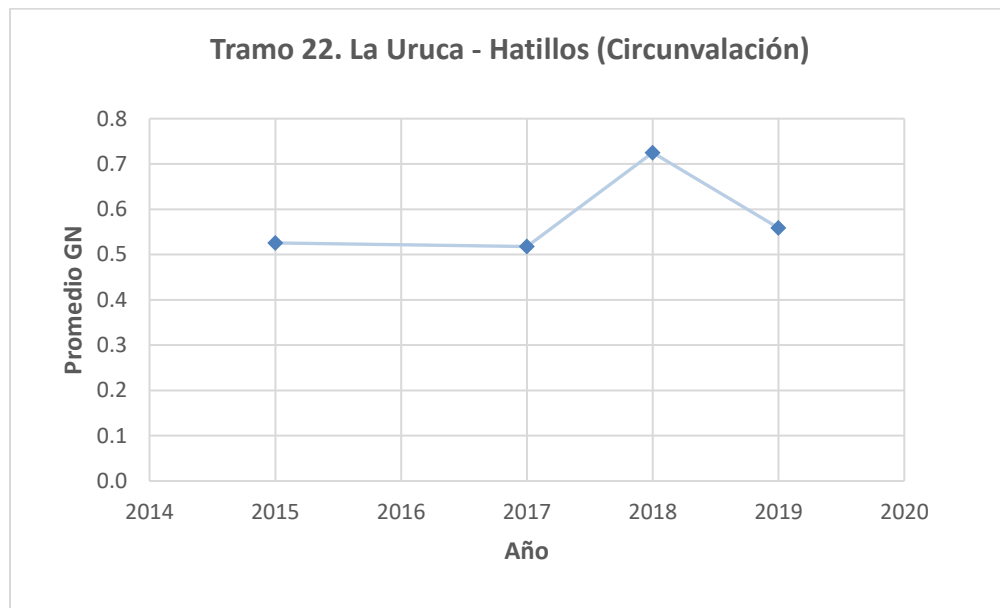


Figura 181. Índice de agarre (fricción) del Tramo #22 Circunvalación

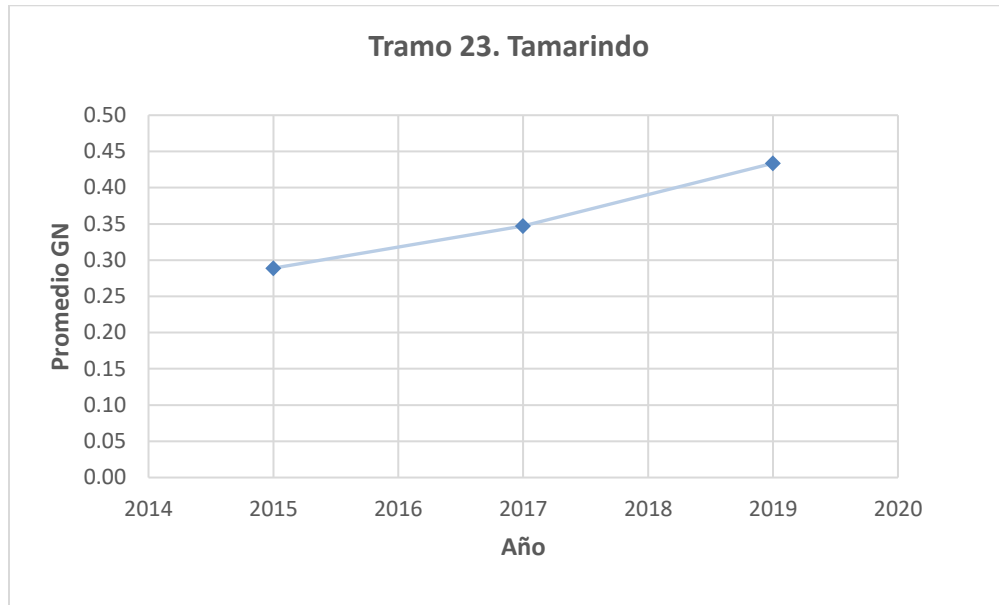


Figura 182. Índice de agarre (fricción) del Tramo #23 Tamarindo

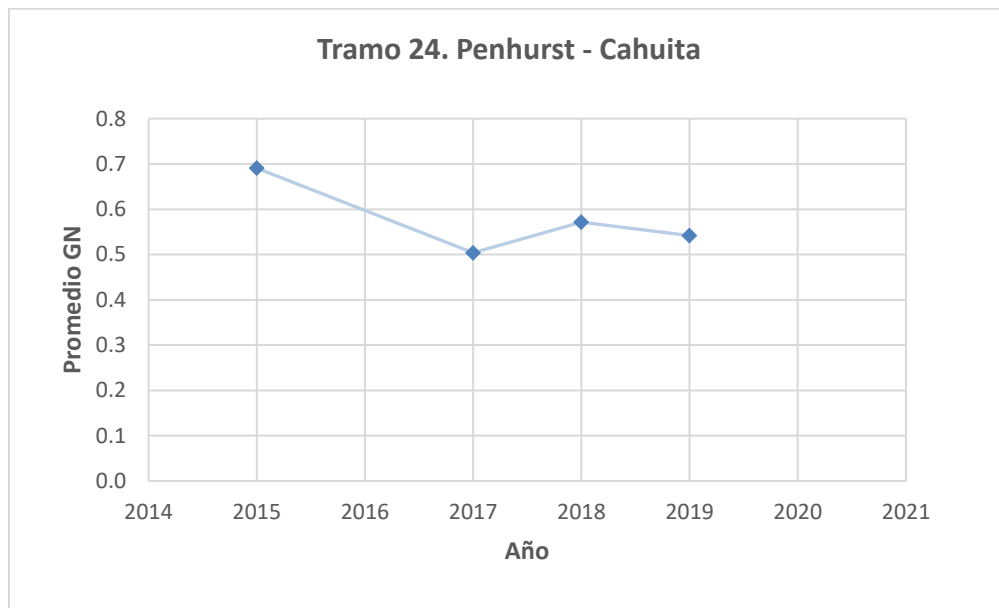


Figura 183. Índice de agarre (fricción) del Tramo #24 Cahuita-Penhurst

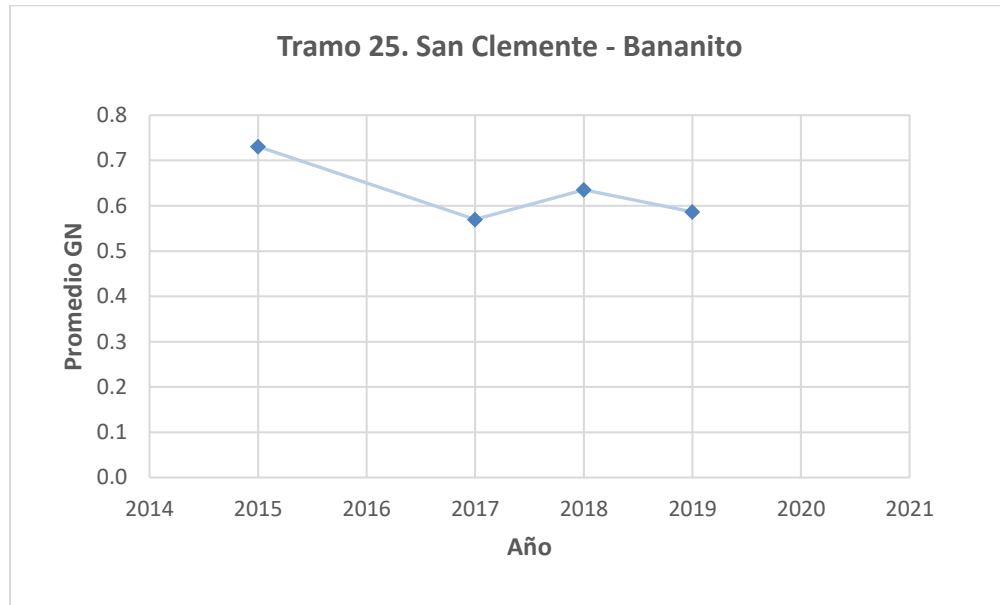


Figura 184. Índice de agarre (fricción) del Tramo #25 San Clemente-Bananito Sur

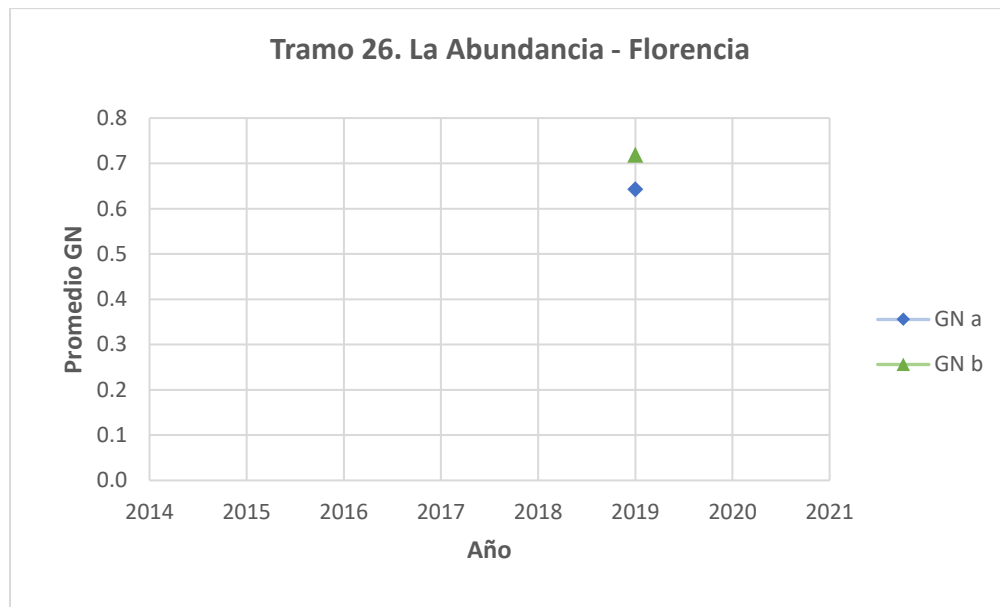


Figura 185. Índice de agarre (fricción) del Tramo #26 La Abundancia - Florencia