



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Informe: LM – PI – UGERVN – 5 – 2017

Evaluación de la Ruta Nacional 613, tramo entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, zona sur de Costa Rica

Informe Corto

Preparado por:

**Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional
PITRA – LanammeUCR**

San José, Costa Rica
Julio, 2017



Documento generado con base en el Art. 6 incisos c) y d) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.2, Art. 3 al 19 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

1. Informe LM – PI – UGERVN – 5 – 2017		2. Copia No. 1
3. Título Evaluación de la Ruta Nacional 613, tramo entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, zona sur de Costa Rica		4. Fecha del Informe Julio 2017
5. 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		
6. Notas complementarias		
7. Resumen <i>La Ruta Nacional 613, específicamente el tramo comprendido entre las poblaciones de Sabalito y Las Mellizas, fue sujeto a actividades de mejoramiento entre los años 2009 y 2010, para una inversión de 6.500 millones de colones. Según datos del MOPT, el TPDA de la ruta es de menos de 400 vehículos. En cumplimiento de los mandatos de la Ley 8114, funcionarios de la UGERVN del PITRA-LanammeUCR realizaron, a mediados de febrero del presente año, una visita al tramo para evaluar el estado actual de la ruta. Se detectaron problemas de deterioro de la superficie de ruedo, fallas en terraplenes, mal estado de la señalización horizontal y vertical, así como de los guardavías y cunetas. Este informe resume algunos aspectos importantes, mostrando imágenes de lo visto en dicha gira.</i>		
8. Palabras clave Ruta 613, grietas, terraplenes, deslizamiento	9. Nivel de seguridad Ninguno	10. No. de páginas 35
11. Preparado por Ing. José Francisco Garro, M. Geog. 31 julio 2017	Ing. Ronald Naranjo U. 31 julio 2017	Geog. Paul Vega S. M. Geog. 31 julio 2017
Ing. Cristhian Valverde C. 31 julio 2017		
12. Revisado por Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR 31 julio 2017	Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador, UGERVN 31 julio 2017	13. Aprobado por Ing. Guillermo Loría S., PhD. Coordinador General PITRA 31 julio 2017



TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	5
2. Antecedentes	7
3. Hallazgos detectados: deflexiones	7
4. Hallazgos detectados: regularidad superficial	8
5. Hallazgos detectados: deterioros superficiales	9
6. Hallazgos detectados: señalización vial	12
7. Hallazgos detectados: estructuras de paso de aguas	13
8. Hallazgos detectados: obras geotécnicas	15
9. Hallazgos detectados: guardavías	17
10. Conclusiones y Recomendaciones	19
Anexo I Mapas con los resultados de los parámetros de evaluación	20
Anexo II Estado de las obras de drenaje	24
Anexo III Estado de las obras geotécnicas	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del tramo evaluado	5
Figura 2 Resultados con el deflectómetro de impacto	8
Figura 3 Resultados con el perfilómetro láser	9
Figura 4 Grietas en est. 14+020	10
Figura 5 Grietas en est. 18+600	10
Figura 6 Bacheo en est. 2+180	12
Figura 7 Señalización en est. 9+110	13
Figura 8 Señalización en est. 13+500	13
Figura 9 Estado de las cunetas en est. 12+730	14
Figura 10 Deslizamiento en 15+580	15
Figura 11 Vista del deslizamiento en 15+580	16
Figura 12 Deslizamiento en est. 18+650	16
Figura 13 Guardavías en alcantarilla en est. 29+700	17
Figura 14 Guardavías en est. 13+500	18
Figura 15 Guardavías impactado en est. 7+400	18
Figura A1 Resultado de FWD	22
Figura A2 Resultado de IRI	23
Figura A3 Alcantarilla en est. 12+400	25
Figura A4 Alcantarilla en est. 13+800	25



Figura A5 Alcantarilla en Río Sereno est. 15+160	26
Figura A6 Alcantarilla en est. 24+400	26
Figura A7 Alcantarilla en est. 25+910	27
Figura A8 Alcantarilla en est. 29+300	27
Figura A9 Grieta sobre alcantarilla en est. 29+700	28
Figura A10 Muro gaviones en est. 12+700	30
Figura A11 Muro gaviones en est. 13+500	31
Figura A12 Muro gaviones en est. 14+000	31
Figura A13 Muro de tablaestaca en est. 15+340	32
Figura A14 Muro de tablaestaca en est. 16+850	33
Figura A15 Muro de gaviones en est. 17+050	34
Figura A16 Muro de tablaestaca en est. 23+950	35
Figura A17 Muro de tablaestaca en est. 24+300	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen de deterioros por kilómetro	11
---	----

1. Introducción

El tramo evaluado, ubicado entre los poblados de Sabalito y Las Mellizas, corresponde a 22,8 km de la Ruta Nacional 613, secciones de control 60311, 60312, 60313 y 60314. El mismo está ubicado en su totalidad en el cantón de Coto Brus, provincia de Puntarenas, a poca distancia de la línea fronteriza entre Costa Rica y Panamá. Comprende una ruta típica de montaña, con zonas de pendientes elevadas y gran cantidad de curvas, muchas de ellas con escasa visibilidad; gran cantidad de terraplenes, siendo la mayoría de escasa altura (menos de 2 metros). El ancho promedio de la ruta no supera los 5,5 metros. La Figura 1 muestra la ubicación del proyecto.

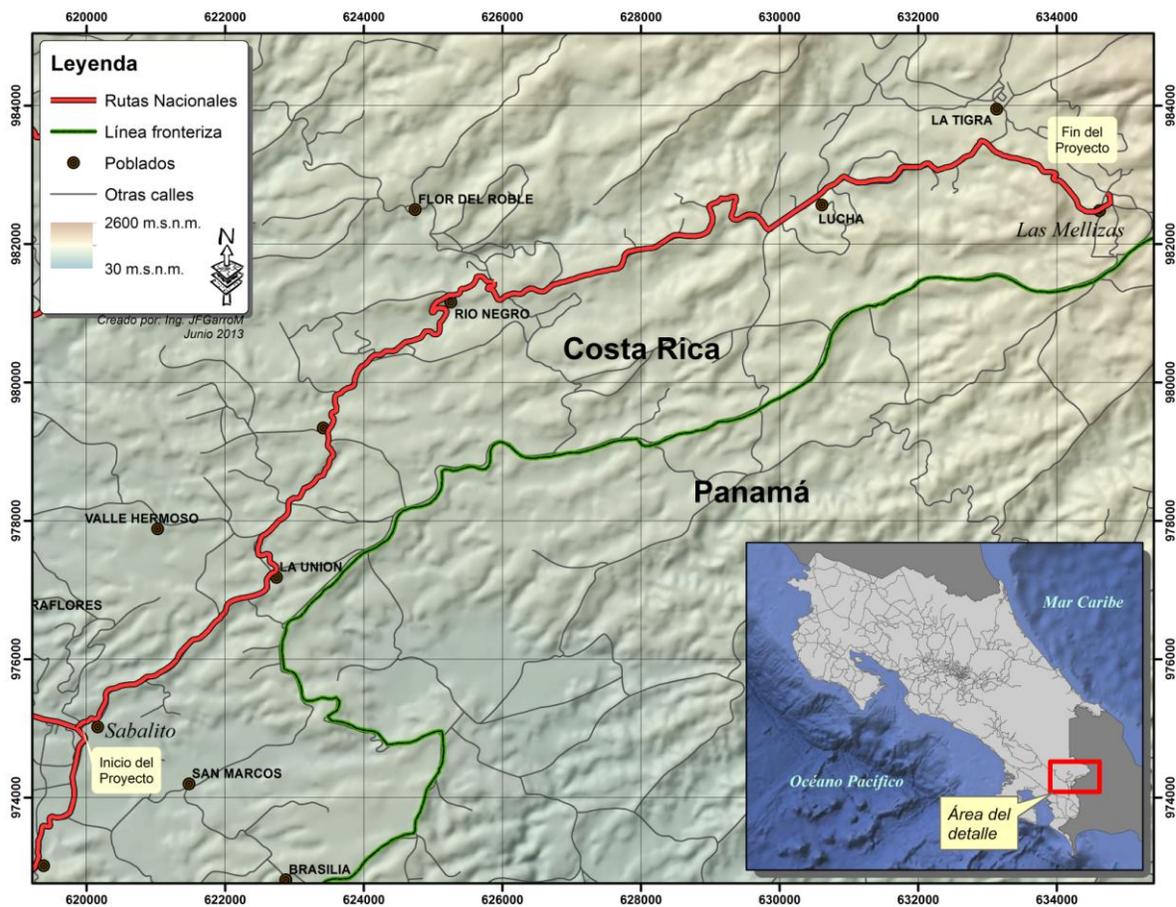


Figura 1: Ubicación del tramo evaluado (en rojo).

Entre los años 2009 a 2010, el tramo fue sometido a una rehabilitación completa. La estructura fue renovada desde las capas inferiores, que están ahora conformadas por una capa de 20 cm de espesor de préstamo seleccionado, bajo una de 30 cm de subbase granular, todo esto subyaciendo una capa de 20 cm de base estabilizada. Todas compactadas al 95% del próctor. La carpeta asfáltica tiene un espesor de 5



cm. Junto con las obras en cunetas, alcantarillas, señalización y elementos de seguridad vial, la inversión superó los 6.500 millones de colones. Esto en una ruta con un ancho promedio de 5,5 metros (1 carril por sentido), y un TPDA de menos de 400 vehículos.

Como parte de la función ordinaria de fiscalización y evaluación de la Red Vial Nacional que determina la Ley 8114, funcionarios de la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA-LanammeUCR realizaron una gira de evaluación del estado de la ruta los días 15 y 16 de febrero del presente año. Esta gira e informe asociado busca actualizar los hallazgos presentados en el informe LM-PI-UGERVN-3-2016 de febrero del año 2016, y verificar si se han seguido las recomendaciones dadas en el mismo y que tienen por objeto garantizar que la alta inversión realizada, se conserve de tal manera que tanto el nivel de servicio como la vida útil de la estructura sean las adecuadas. Por lo tanto, los temas a tratar en este informe abarcan:

- Capacidad estructural mediante Deflectómetro de Impacto
- Capacidad funcional mediante Perfilómetro Láser
- Evaluación visual de los guardavías construidos
- Estado del pavimento mediante evaluación visual de deterioros superficiales
- Estado de obras hidráulicas mediante inspección visual de cunetas y alcantarillas

Los 2 primeros parámetros permiten establecer la evolución de la condición funcional y estructural del proyecto, al compararlos con los resultados obtenidos en el informe anterior. Los otros permiten establecer si se han seguido las recomendaciones en cuanto a construcción de obras afines, y el mantenimiento dado a las existentes al momento de la primera evaluación.

El esfuerzo de dar seguimiento expedito a proyectos viales de obra nueva, es un compromiso que el PITRA-LanammeUCR asume de forma rigurosa, con la mejor tecnología disponible y con el criterio técnico que brinda los más de 60.000 km de pavimentos de la red vial costarricense, evaluados en los últimos 10 años. Con base en lo anterior, este insumo para la Administración traza los derroteros que complementan el de brindar información acerca del comportamiento de una carretera, la cual debe mantener un alto estándar de servicio en toda la vida útil de diseño, y le recuerda a la Administración la necesidad de mantener un inventario y un monitoreo continuo de las obras viales. Es importante recalcar que este tipo de obras no puede ser abandonada al finalizar su construcción, sino que debe ser evaluada durante su vida útil, para constatar que se desempeña de acuerdo a su diseño y para programar campañas de mantenimiento, basadas en las mejores técnicas de gestión vial.



2. Antecedentes

Desde el año 2010, la Unidad de Auditoría Técnica del PITRA – LanammeUCR le ha dado un seguimiento al proceso constructivo de este tramo. Varios hallazgos han sido, hasta la fecha, completamente ignorados, a tal punto que varios problemas que exhibe la ruta en la actualidad, se pudieron haber prevenido en dichas etapas. Entre ellos destacan:

- Una base estabilizada que presentó deterioros como desprendimientos de agregados, huecos mal reparados, agrietamientos y una superficie irregular de la rasante.
- Una carpeta asfáltica que presentó deterioros prematuros, tales como desprendimiento de agregados, exudación y segregación de material.
- Inconsistencias en las mezclas de asfalto, con malas granulometrías y espesores colocados distintos a los estipulados.

Con base en estos informes, se concluye que durante las etapas iniciales, no hubo un buen control de calidad, que degeneró en malos procesos constructivos.

Además, desde el año 2012 la Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional del PITRA – LanammeUCR ha venido evaluando esta ruta desde su puesta en operación. En el primer informe (*LM-PI-UE-008-11*) se evaluó el estado de la totalidad de las alcantarillas, tanto aquellas que presentan cuenca, como las que únicamente sirven de paso entre cunetas a ambos lados de la ruta. Además, se realizó un análisis de la susceptibilidad a deslizamientos de laderas, usando la metodología del ángulo crítico. En un informe posterior (*LM-PI-UE-004-2012*) se realizó una evaluación completa de la ruta, y se hicieron observaciones sobre el estado de la carpeta asfáltica, cunetas, alcantarillas, señalización, guardavías y obras geotécnicas, en especial una falla de terraplén en el estacionamiento 15+580. Por último, en los informes *INF-PITRA-006-2013* y *LM-PI-UGERVN-3-2016*, se actualizaron los datos del estado de la ruta, y se dieron nuevas observaciones. Con base en esto, se realizó la gira a mediados de febrero del presente año, por lo que a continuación se detallan las condiciones evidenciadas, y se brindan las recomendaciones respectivas.

3. Resultados obtenidos: deflexiones de la estructura del pavimento

Los detalles del Deflectómetro de Impacto utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT-UGERVN-02-13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR (www.lanamme.ucr.ac.cr). Al contar con base estabilizada, el tramo evaluado ha mantenido deflexiones muy bajas en la totalidad de su longitud, lo cual garantiza su capacidad estructural a medio y largo plazo (Figura 2). Sin embargo, al ser esta base estabilizada muy rígida, en combinación con diversos factores como los señalados por las diversas auditorías técnicas (métodos constructivos usados, falta de control de la calidad de los materiales, resistencia del suelo sobre el cual se asienta la estructura), se han producido grietas

transversales y longitudinales, que de no ser detectadas y tratadas a tiempo, pueden comprometer la vida útil de la ruta. La causa de estos agrietamientos debe ser estudiada en detalle, para mitigar sus efectos y además evitar que este error se repita en otros proyectos.

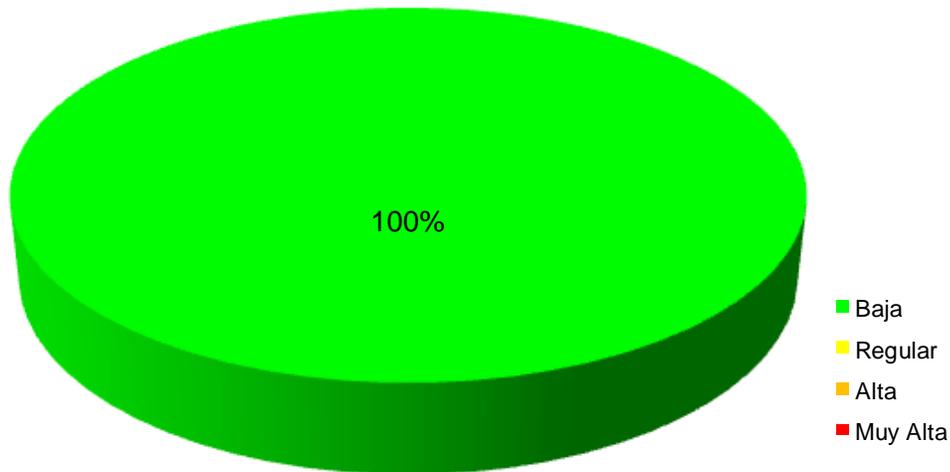


Figura 2: Resultados obtenidos con el Deflectómetro de Impacto para la ruta evaluada.

En el Anexo I se muestran los resultados obtenidos en esta prueba, y ubicados a lo largo de la ruta.

4. Resultados obtenidos: regularidades superficiales del pavimento

Los detalles del Perfilómetro Láser utilizado, y la metodología seguida de evaluación aparecen en la Ficha Técnica FT-UGERVN-02-13, disponible en el sitio de Internet del LanammeUCR. Los resultados obtenidos, mostrados en la Figura 3, muestran que el proyecto ha mantenido casi constantes sus niveles de regularidad del año 2016, donde un 61% presenta valores moderados, y poco menos de 40% valores altos. En el Anexo I se muestran los resultados ubicados sobre la ruta.

Con base en la experiencia del año 2015, para esta evaluación no pudo realizarse la prueba con el Medidor de Agarre Superficial, esto debido a que existen longitudes importantes del tramo evaluado, que presentan valores de IRI mayores a los permitidos para operar el equipo de manera segura. Además, debido a la presencia de curvas cerradas en toda la ruta, mantener la velocidad mínima de operación del Medidor de Agarre de 50 kph en varios tramos es imposible, lo cual altera los resultados arrojando valores distintos de los reales.

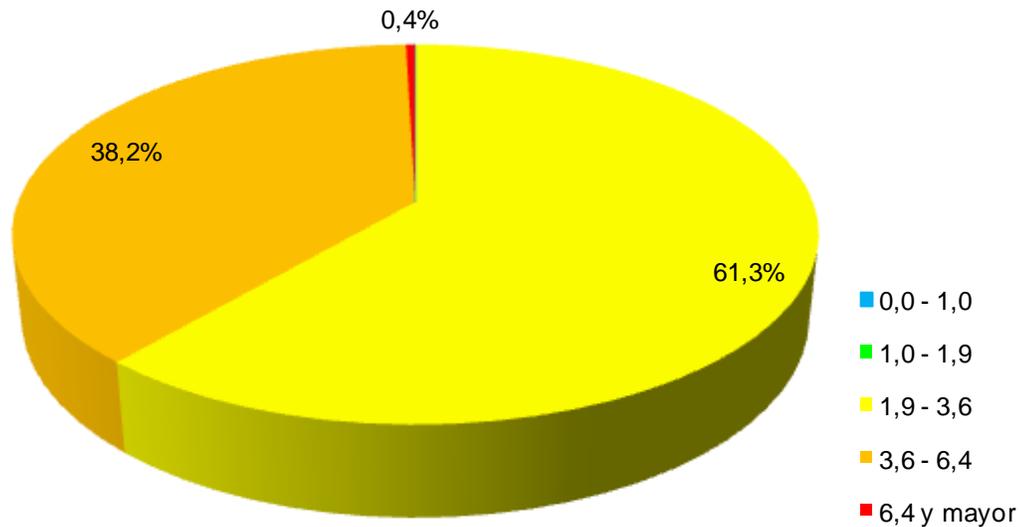


Figura 3: Resultados obtenidos con el Perfilómetro Láser para la ruta evaluada.

5. Resultados obtenidos: deterioros superficiales de la carpeta asfáltica

A pesar de lo señalado en el informe *LM-PI-UGERVN-3-2016*, donde una de las condiciones evidenciadas en cuanto a deterioros superficiales fue la gran cantidad de grietas longitudinales y transversales en la superficie de ruedo, muchas de las cuales se encontraban sin protección o con una protección deficiente; la cantidad de sitios afectados por este problema ha aumentado. En el informe del año 2016 se indicó que la mayor parte de estos sitios recibió un tratamiento de sellado de grietas; sin embargo para este año los sitios con agrietamientos nuevos no han sido reparados, y aquellos donde se dio dicha reparación, hoy se encuentran con las grietas expuestas nuevamente, e incluso el tamaño de la grieta ha aumentado más allá de la reparación en varios sitios.

Los estacionamientos donde este problema se puede detectar a simple vista son el 15+340, 15+700, 16+450, 16+800, 17+100, 17+500, 23+950 y 29+700. En estos sitios, las grietas presentan tamaños que superan los 2 metros de longitud, y 5 mm de ancho, lo cual fomenta la infiltración de agua que puede degenerar en problemas de las capas inferiores (Figuras 4 y 5).



Figura 4: Grietas nuevas en sitio donde hubo reparación, est. 14+020.



Figura 5: Grieta de borde, previamente sellada, est. 18+600.



Con base en imágenes de alta resolución obtenidas con el Equipo de Auscultación Visual de Deterioros *Geo3D*, tomadas a finales del año 2016, fue posible realizar una evaluación visual detallada para todo el tramo, clasificando los deterioros según su severidad. A continuación se enumeran los hallazgos:

- Grietas longitudinales y transversales: 3060 m.
- Bacheo: 1656 m².
- Grieta de borde: 340 m.
- Desprendimiento de agregados: 54 m².
- Piel de Lagarto: 35 m².

Como se desprende, las grietas longitudinales y transversales, así como el bacheo, son los deterioros más comunes en la ruta. En la Tabla 1 se detallan por kilómetro, estos problemas según su severidad.

Tabla 1: Deterioros encontrados, ruta 613 tramo Sabalito – Las Mellizas

km	Piel Lagarto		Grieta Borde			Grieta Long/Transv		Bacheo		Desprendim.	
	Bajo	Mod	Bajo	Mod	Alto	Bajo	Mod	Bajo	Mod	Mod	Alto
0								94,03		36,94	
1						47,92		122,74	1,59		
2						126,75		280,17	242,38	2,14	
3		3,94				13,08		131,29	4,52		
4	1,85	0,49				17,39		57,98	2,94		0,42
5	0,79		2,44			369,81	4,69	62,62	19,89	0,08	
6	1,88		27,2	8,47		449,09	42,61	32,04	99,28		
7	17,51		11,10	15,17	44,0	213,11	123,2	27,16	24,85	8,28	
8	0,74		9,23	5,69		461,19	12,01	1,42	28,67		
9			51,74	35,38		161,92	15,66		134,96		
10			17,33			152,51	23,38	0,28	1,10		
11		5,33				186,57		3,66	2,17	0,30	
12	1,75		7,15			137,97	17,31				
13						72,96	1,48	3,88	2,27		
14						4,97			1,32		
15	0,56		2,94	32,01	11,03	102,94	14,47		14,32		
16			5,10			100,19	1,52		254,84		
17			10,77			21,60	1,62		1,99		
18						9,51			1,40		
19						45,21					
20	0,17					24,35					
21	0,40					75,63					
22			43,36			6,86				5,39	

En el caso de los bacheos, por lo general se presentan de manera aislada (especialmente en la primera mitad de la ruta), cubriendo una gran área (Figura 6). Si bien el bacheo en sí mismo se considera un deterioro, cabe destacar que la superficie de la mayor parte de ellos se encuentra bien nivelada con respecto a la carpeta, y presentan buenas condiciones superficiales.



Figura 6: Bacheo extenso, est. 2+180.

6. Resultados obtenidos: estado de la señalización vial

Excepto en sitios específicos como las cercanías de los poblados de Las Mellizas y Sabalito, así como de las escuelas, el tramo evaluado carece de señalamiento vertical; mientras que el señalamiento horizontal es prácticamente inexistente (Figura 7). Un aspecto evidenciado de la evaluación del año 2016 fue que la doble línea amarilla había sido resaltada con pintura nueva en las cercanías de las escuelas, sin embargo en la evaluación de este año dicha señalización es apenas visible, mostrando un alto nivel de desgaste (Figura 8).

De la evaluación realizada con el *Geo3D*, de los 22,8 km de la ruta, sólo 13,2 km presentan señalización horizontal. De este total, sólo 9,9 km son visibles en condiciones normales diurnas, mientras que 3,34 km son apenas visibles. Debido a las condiciones lluviosas que imperaron durante la visita al sitio, no fue posible realizar la prueba con el retroreflectómetro portátil, con lo cual no fue posible evaluar la reflectividad real de la señalización para los tramos evaluados en el año 2016.

Por último, excepto en los extremos (cercanías de los poblados de Sabalito, y Las Mellizas), el proyecto sigue sin captaluces en su longitud. Igual caso se da con la iluminación por postes, la cual sólo se presenta en los extremos de la ruta.



Figura 7: Señalización horizontal inexistente, est. 9+110.

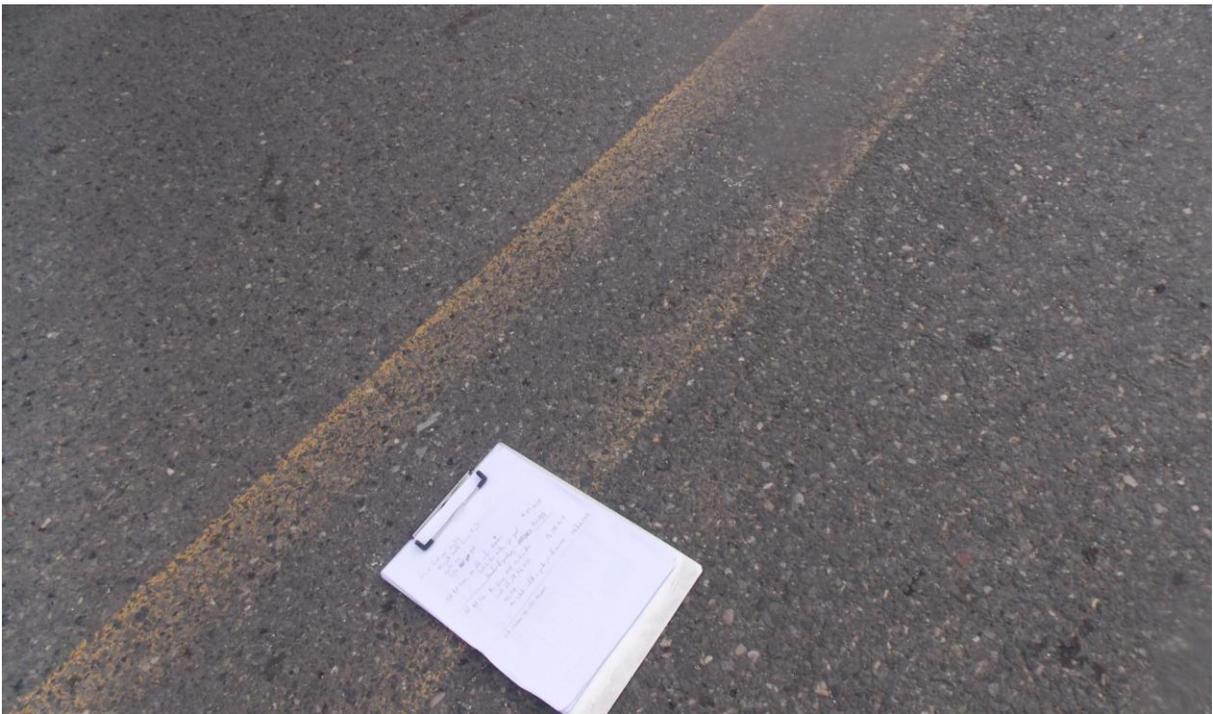


Figura 8: Estado de la doble línea amarilla central, est. 13+500.

7. Resultados obtenidos: estado de las estructuras de paso de aguas

El proyecto sólo presenta 1 puente menor al inicio del proyecto, el puente sobre el río Sabalito, el cual no se intervino durante la rehabilitación. Debido a que un colapso de esta obra dejaría incomunicadas varias poblaciones, se recomienda realizar una evaluación detallada de este puente, y establecer su estado de conservación actual.

Existen además varios pasos de aguas tipo alcantarilla, muchas de las cuales pertenecen a cauces con cuencas. Tal y como se mencionó en el año 2016, la mayor parte de ellas muestran signos evidentes de falta de mantenimiento. En la visita realizada este año, 2 razones principales evitaron realizar una evaluación completa de la totalidad de las mismas: la cantidad de vegetación que cubre tanto la entrada como la salida de muchos de estos pasos impide efectuar dicha revisión, así como les resta capacidad hidráulica; y segundo las condiciones lluviosas que se dieron ese día dificultaron enormemente esta tarea.

En el Anexo II se muestran los resultados obtenidos de la evaluación visual, así como el respectivo inventario fotográfico de las alcantarillas evaluadas.

Con la evaluación realizada con el *Geo3D*, se realizó un inventario de la ubicación y estado de las cunetas de la ruta. Los resultados muestran que:

- 10,3 km de la ruta (45,2% de la ruta) presenta cunetas en ambos sentidos.
- 8,1 km (35,5% de la ruta) presenta cunetas en sólo uno de los lados de la ruta.
- 4,4 km (19,3% de la ruta) no tiene cunetas.

Un porcentaje importante de la longitud total de las cunetas está revestida con concreto. El dato exacto no se puede estimar con esta evaluación, debido a que muchas presentan gran cantidad de vegetación que impide su correcta apreciación en las imágenes referenciadas, tal y como se muestra en la Figura 9.



Figura 9: Cuneta revestida con vegetación y sedimentos, est. 12+730.

A su vez, las cunetas en tierra presentan crecimiento de vegetación, lo cual les resta enormemente capacidad hidráulica. En zonas con estaciones lluviosas bien definidas como la zona sur, este tipo de obras excavadas se ven más como una alternativa temporal, que como una solución permanente, máxime cuando se toma en cuenta el nivel de inversión realizado en esta ruta.

8. Resultados obtenidos: estado de las obras geotécnicas

A lo largo de la ruta existen varias obras de contención, las cuales se clasifican en 2 categorías: muros de gaviones y de tablaestaca metálica. Todas estas estructuras han sido evaluadas en visitas anteriores, mostrando en general pocos signos de deterioro, a excepción de las grietas que se formaron en la carpeta asfáltica, producto de un posible asentamiento / movimiento del relleno.

El deslizamiento de terraplén del estacionamiento 15+580 aún no ha sido corregido. Dada la falta de intervención, actualmente afecta más de 120 metros del carril derecho, producto posiblemente de la erosión de las aguas al estar completamente expuesto a los elementos. En esta gira se pudo observar que el sitio se está utilizando actualmente como botadero de material (Figuras 10 y 11).



Figura 10: Vista del deslizamiento del terraplén, est. 15+580.



Figura 11: Vista en composición del deslizamiento del terraplén, est. 15+580.

En la evaluación del año 2016 se detectó los inicios de un deslizamiento de terraplén en el estacionamiento 18+650. A pesar de la falta de intervención en el sitio, y a la falta de estructuras de mitigación y de acarreo de aguas, el sitio se encuentra similar a lo encontrado en el 2016, exceptuando el crecimiento de la vegetación (Figura 12).



Figura 12: Vista del deslizamiento del terraplén, est. 18+650.

En el Anexo III se detallan las obras geotécnicas de contención visitadas, y las condiciones en que se encuentran.

9. Resultados obtenidos: estado de los guardavías

Al igual que en otros proyectos evaluados por la UGERVN, en este tramo el uso que se le da a estas estructuras no es siempre el adecuado: a veces se utilizan como barandas en alcantarillas, o en otros sitios se instalan sin la longitud de trabajo mínima que corresponde a una estructura de protección (Figura 13). Además, en varios sitios que presentan caídas importantes al lado de la ruta, no se utilizan guardavías del todo, o de utilizarse, no presentan el abatimiento debido (Figura 14).

De la evaluación realizada con el *Geo3D*, la ruta presenta 3220 metros lineales de guardavías, los cuales se distribuyen en 1924 metros para el carril derecho (en el sentido Sabalito – Las Mellizas) y 1296 metros para el carril izquierdo. Se detectaron 68 metros de guardavías impactados o en mal estado (Figura 15)



Figura 13: Uso de guardavías como baranda, alcantarilla en est. 29+700 (imagen tomada del informe del año 2016).



Figura 14: Guardavías sin abatimiento, en parte superior del muro de gaviones, est. 13+500.



Figura 15: Guardavía impactado, est. 7+400.



10. Conclusiones y Recomendaciones

Con base en la gira realizada este año, y las condiciones evaluadas en comparación con aquellas obtenidas en el año 2016, se concluye que en la ruta no existe un plan de mantenimiento como tal que ayude a mantener o incluso mejorar el índice de servicio que esta ruta debe dar a los usuarios, conservando a su vez la gran inversión realizada. El estado de la carpeta, si bien ha conservado 2 de los parámetros evaluados (estructural, funcional), muestra en cada evaluación más deterioros como la gran cantidad de grietas de borde, longitudinales y transversales que responden más al tipo de estructura construida que a parámetros normales que afectan otras rutas de montaña (efectos del clima y de tránsito). A su vez, el estado de obras afines (taludes, terraplenes, cunetas, alcantarillas, señalización, guardavías) está alcanzando niveles donde su funcionalidad se ve comprometida, y que incluso afectan de manera negativa la seguridad vial de los usuarios

Ya desde los informes de Auditoría Técnica se venía indicando el escaso control de calidad a nivel de obras que presentaba este proyecto. Esto, sumado a malas técnicas constructivas, ha contribuido al estado actual de esta ruta, la cual requiere de una inversión adicional para asegurar un nivel de servicio aceptable.

Dado lo anterior, las recomendaciones dadas en informes anteriores son aún válidas, y se resumen a continuación:

- Implementar planes periódicos de mantenimiento para la carpeta asfáltica, especialmente en el aspecto de sellado de grietas cuando este problema es puntual; o bien de bacheo cuando en el sitio se da propagación de este deterioro a pesar del sellado.
- Implementar planes periódicos de limpieza de cunetas y de alcantarillas, devolviendo la capacidad hidráulica de estas obras. Además, en la medida de lo posible revestir aquellas cunetas excavadas en tierra.
- Llevar un control y monitoreo permanente de las obras de estabilización implementadas, tales como los muros de gaviones y de tablaestaca, para evaluar su comportamiento en el tiempo. En los deslizamientos de las estaciones 15+580 y 18+650, estudiar a fondo el origen del problema, para implementar la medida más eficiente que devuelva la estabilidad a los terraplenes en estos sitios.
- Brindar señalización, tanto vertical como horizontal, a la totalidad de la ruta. Con respecto a la vertical, las señales reglamentarias (especialmente de velocidad límite o de impedimento de adelantar) y las preventivas (que brindan información de condiciones de la ruta adelante del sitio, especialmente existencia de curvas y de escuelas y/o cruces con otras vías) son sumamente importantes en una ruta de montaña donde las condiciones climatológicas y de visibilidad pueden ser adversas para el usuario. La señalización horizontal debe además complementar lo anterior, y con base en la experiencia en varias rutas similares, de preferencia debe utilizarse material termoplástico para la misma. De igual manera, instalar



capitales (conocidos popularmente como *ojos de gato*) en toda la longitud de la ruta, tanto a los bordes como en la línea central.

- Corregir el uso que se le da a los guardavías, de tal manera que presenten una longitud mínima de trabajo que permitan cumplir su función en caso de un accidente vial. Asimismo, brindar el abatimiento correcto en sus extremos. Realizar inspecciones periódicas en los mismos, reparando cualquier daño que presenten.
- Realizar una inspección del puente sobre el Río Sabalito, al inicio del proyecto. Corregir cualquier condición adversa que presente, de tal manera que no sea un eslabón débil con capacidad de dejar incomunicadas varias comunidades.

Por último, se recomienda realizar una nueva inspección en la ruta en el transcurso del año, especialmente el sitio del deslizamiento en la estación 15+580 que representa una seria amenaza para el desempeño correcto de la ruta. Además, esta gira servirá para constatar si la administración está tomando las recomendaciones de este informe en cuenta para este tramo, conservando el valor de su patrimonio y la inversión realizada en el mismo.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Anexo I

Mapas obtenidos, Campaña de Evaluación de la Red Vial Nacional Parámetros de deflectometría y regularidad superficial

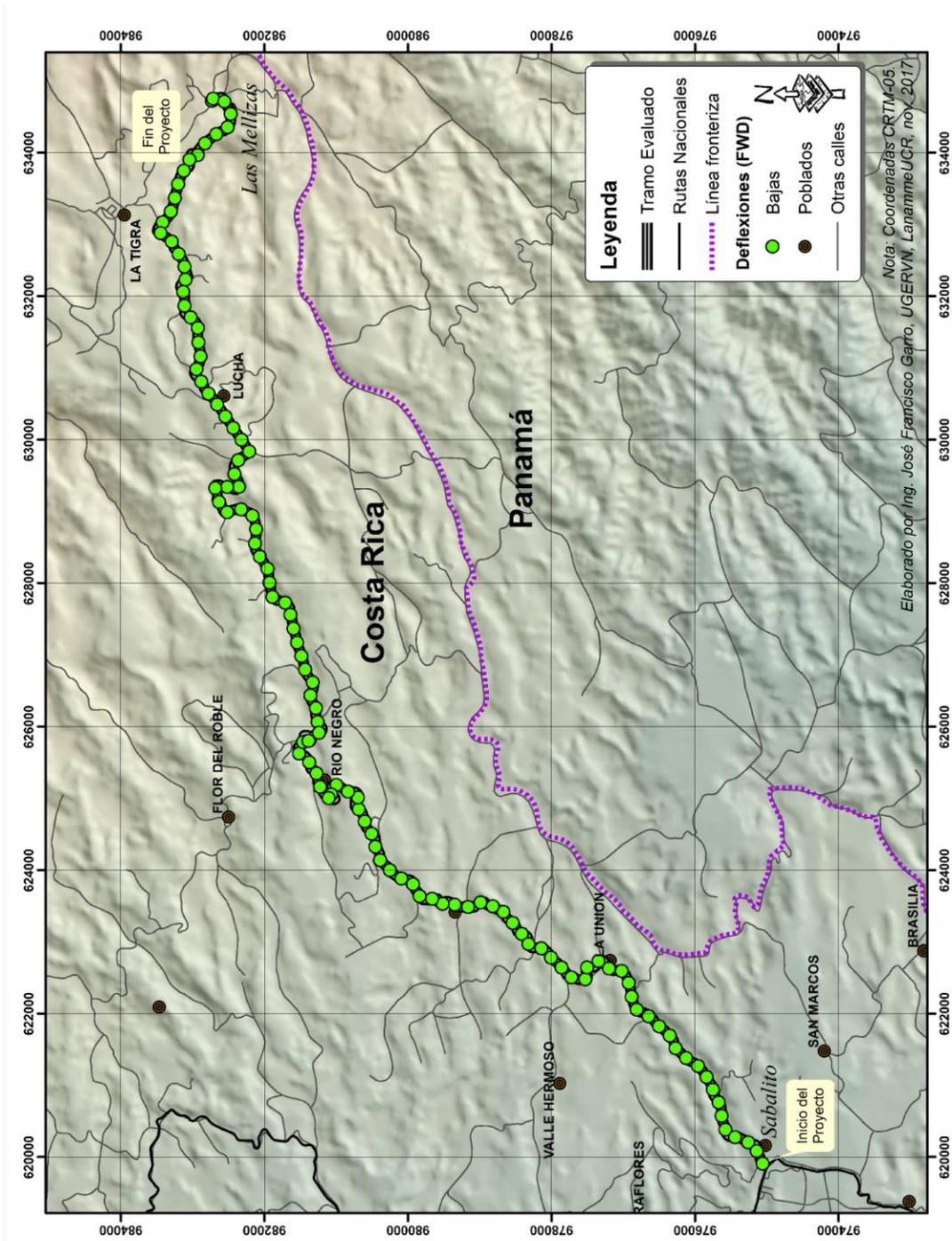


Figura A1: Resultados de la prueba de deflectometría, ruta 613 tramo Sabalito – Las Mellizas

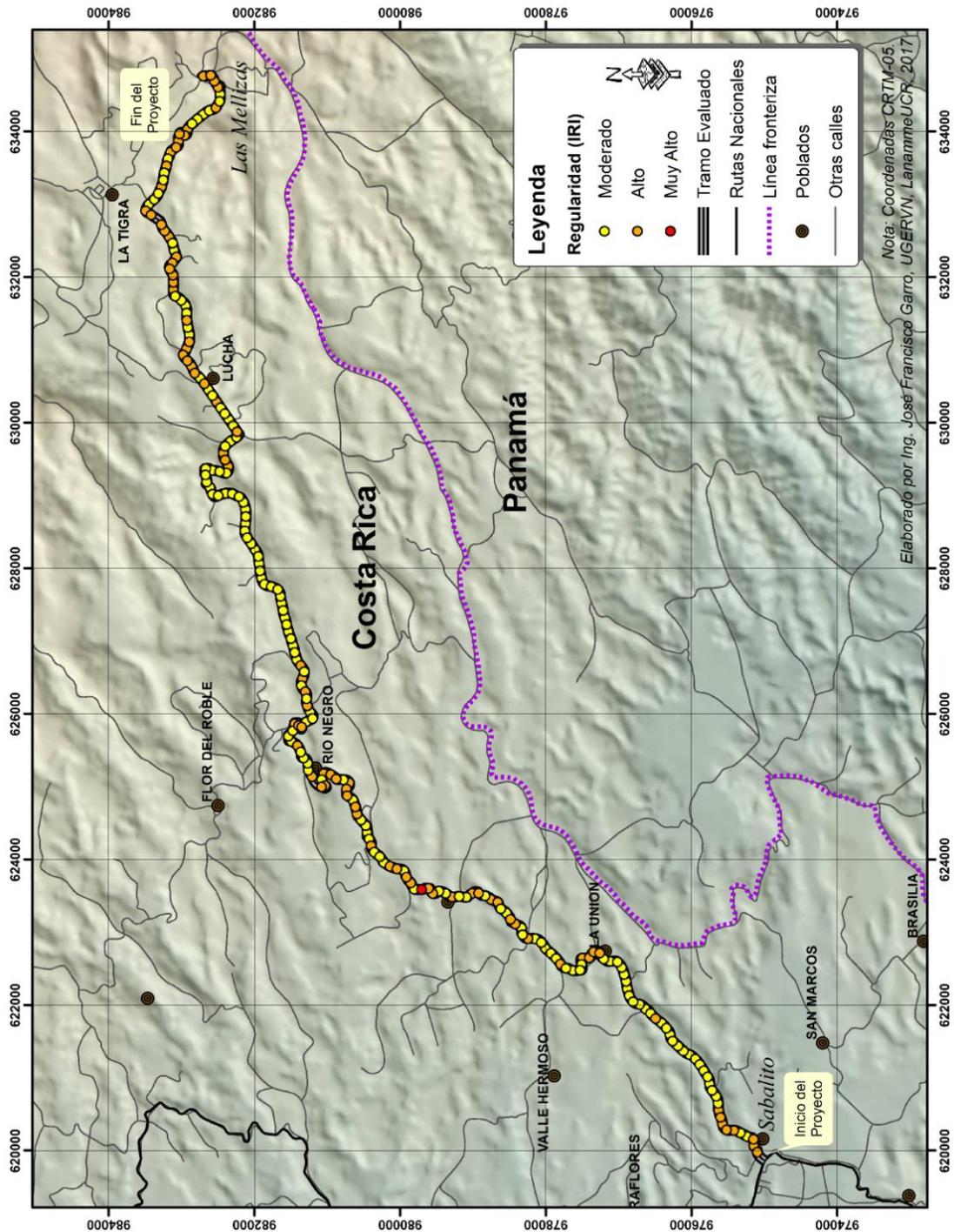


Figura A2: Resultados de la prueba de regularidad superficial, ruta 613 tramo Sabalito – Las Mellizas



Anexo II

Resultados de la inspección de alcantarillas en el tramo

- Alcantarilla est. 12+400: consta de 2 tubos de concreto de 1,5 metros de diámetro con cabezales en la entrada y salida, y aletones también en concreto. Tanto a la entrada como a la salida, se encuentra cubierta por maleza (Figura A3).



Figura A3: vista de la entrada, alcantarilla en est. 12+400.

- Alcantarilla est. 13+800: consta de 2 tuberías de concreto de 2 metros de diámetro, con cabezales y aletones a la entrada y salida, también en concreto. Una de las tuberías está llena de vegetación (Figura A4).



Figura A4: vista de la salida, alcantarilla en est. 13+800.

- Alcantarilla est. 15+160 sobre Río Sereno: se trata de una alcantarilla de cuadro en concreto, de 12 metros de largo por 6 de ancho con una división central con aletones a la entrada y salida, y protección de los taludes en concreto. En general se encuentra en buen estado; el único problema detectado es la ausencia de guardavías en la ruta aledaña, lo cual pone en riesgo a los usuarios (Figura A5).



Figura A5: vista de la entrada, alcantarilla sobre el Río Sereno.

- Alcantarilla est. 24+400: tubería de redonda en concreto, de 1,5 m de diámetro, con aletones y delantal también en concreto, mismo material utilizado en la protección del talud. La entrada presenta poca vegetación que no afecta sensiblemente su desempeño (Figura A6). No presenta una protección en forma de guardavías en sus inmediaciones.



Figura A6: vista de la salida, alcantarilla en est. 24+400.

- Alcantarilla est. 25+910: se trata de 2 tuberías de concreto, una de 60 cm de diámetro y la otra de 40 cm, con aletones y cabezales también en concreto. La entrada se encuentra obstruida por vegetación (Figura A7).



Figura A7: Vista de la entrada, alcantarilla en est. 25+910.

- Alcantarilla est. 29+300: alcantarilla circular en concreto, que debido a su difícil acceso, no permite realizar su correcta evaluación. Presenta cabezales a la entrada y salida en concreto en buen estado, más no aletones (Figura A8).



Figura A8: Alcantarilla en est. 29+300, con gran cantidad de vegetación a la entrada.

- Alcantarilla est. 29+700: igual que la anterior, debido a la cantidad de vegetación no fue posible evaluarla. Sin embargo, se pudo apreciar en su salida que se trata de una alcantarilla circular de 1 metro de diámetro, con cabezales en concreto tanto a la entrada como a la salida, y un muro de gaviones adyacente en su salida. La carpeta asfáltica inmediatamente encima presenta una enorme grieta transversal, de 5 metros de largo, y en varios puntos el sello falló (la grieta se encuentra expuesta) (Figura A9), indicando un posible movimiento del relleno.



Figura A9: Grieta en el pavimento, alcantarilla en est. 29+700.



Anexo III

Estado de las obras geotécnicas en el tramo

- Est. 12+700: muro de gaviones al lado derecho, de aproximadamente 25 metros de largo, y 5 metros de altura. Se encuentra en buen estado, sin embargo la carpeta asfáltica inmediatamente encima de este sitio presenta agrietamientos. Existe una salida de una alcantarilla de paso de aguas de un lado a otro de la vía (alcantarilla sin cuenca) que descarga las aguas sin control a la base del muro (Figura A10).



Figura A10: Muro de gaviones en el est. 12+700.

- Estacionamiento 13+500: muro de gaviones, con una longitud de 15 metros y altura de 5 metros, en buenas condiciones (Figura A11). La calzada no presenta grietas nuevas desde la última evaluación. En el informe anterior se recomienda construir una cuneta para evitar la infiltración del agua en el terraplén, sin embargo esta obra sigue pendiente.



Figura A11: Muro de gaviones en el est. 13+500.

- Estacionamiento 14+000: muro de gaviones de 30 metros de largo y 4 metros de altura, en buenas condiciones (Figura A12). La calzada presenta agrietamiento longitudinal sobre este sitio, la cuneta se encuentra en buen estado pero aún no se acata la recomendación de construir un guardavía en este sitio.



Figura A12: Muro de gaviones en el est. 14+000.

- Estacionamiento 15+340: muro de contención de tablaestaca metálica, de aproximadamente 50 metros de longitud, en buen estado. Presenta una cuneta para el control de aguas también en buen estado, pero no guardavías. La carpeta asfáltica muestra gran cantidad de grietas sin tratar (Figura A13).



Figura A13: Muro de tablaestaca en el est. 15+340 (izq.); grietas en la carpeta (der.).

- Estacionamiento 16+850: muro de contención en tablaestaca metálica, de aproximadamente 30 metros de longitud, el cual se encuentra en buen estado (Figura A14). Tal y como se indicó en el informe del año 2016, existen grietas en la carpeta y su unión con la cuneta sobre el muro, la cual a este año aún no han sido reparadas.



Figura A14: Grietas en la carpeta sobre el muro de tablaestaca en el est. 16+850.

- Estacionamiento 17+050: muro de gaviones de aproximadamente 40 metros de longitud y 4 metros de altura, que se encuentra en buenas condiciones. Igual que en el caso anterior, existen grietas de borde en la carpeta que ya fueron reportadas en el informe del año 2016, y donde el sellado aplicado falló; así como grietas longitudinales nuevas (Figura A15). Igualmente, a pesar de la existencia de una curva y una caída importante en uno de los extremos de este muro, no existen guardavías.



Figura A15: Grietas de borde, muro de gaviones en el est. 17+050.

- Estacionamiento 23+950: muro de tablaestaca metálica de 32 metros de longitud, en buenas condiciones (Figura A16). Presenta una cuneta y guardavía; existe una grieta en el centro del pavimento de aproximadamente 8 metros de longitud, identificada en el 2016, que no ha sido tratada. Además existe una grieta entre la viga superior del muro (en concreto) y la cuneta.



Figura A16: Muro de tablaestaca del est. 23+950 (imagen del 2016); grieta entre la viga superior y la cuneta (derecha).

- Estacionamiento 24+300: Muro de tablaestaca metálica, que se encuentra en buenas condiciones. Actualmente existe una grieta longitudinal en la carpeta asfáltica de aproximadamente 21 metros de largo, que denota algún tipo de movimiento en el terraplén (Figura A17). La cuneta en este punto presenta gran cantidad de vegetación y sedimentos.



Figura A17: Vista de la grieta en la carpeta asfáltica, muro en est. 24+300.