



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)

Informe: LM-INF-IC-D-008-2020

Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001



Preparado por:
Unidad de Auditoría Técnica
LanammeUCR

Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

San José, Costa Rica
Septiembre, 2020



Información Técnica del documento

1. Informe Informe de Auditoría Técnica: LM-INF-IC-D-008-2020	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001	4. Fecha del Informe Septiembre, 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 <p>El Informe de Auditoría Técnica LM-INF-IC-D-008-2020 recopila hallazgos y observaciones sobre la auditoría externa realizada a la contratación 2018LA-000020-0006000001 para la atención de la Ruta Nacional 329, durante el periodo comprendido entre los meses de agosto de 2019 y abril de 2020.</p> <p>Dentro de los resultados de la auditoría se evidenciaron algunos incumplimientos sobre la señalización temporal y regulación del tránsito, que posteriormente fueron corregidos. Además, se evidenció que en algunos tramos del proyecto el material de secado colocado permaneció sobre la superficie incluso más de un mes sin ser barrido.</p> <p>Por otra parte, en el tema de seguridad vial, el informe evidencia aspectos que no fueron conceptualizados en la contratación, así como oportunidades de mejora y recomendaciones según el informe LM-USVT-11-2020 realizado por la Unidad de Seguridad Vial del LanammeUCR.</p> <p>Dentro de los resultados de la auditoría se realiza un análisis del uso del material de perfilado y emulsión asfáltica como alternativa para capa de ruedo en caminos de bajo de volumen de tránsito. Se evidencian oportunidades de mejora en relación con el diseño, proceso constructivo y mantenimiento utilizados en la intervención realizada.</p> <p>La auditoría realizada evidenció oportunidades de mejora en relación con la maquinaria utilizada para la estabilización del material de perfilado y realización del riego de emulsión.</p> <p>En relación con la gestión del proyecto de la atención de la Ruta Nacional 329, la auditoría identificó incumplimientos en relación con la cantidad de visitas mínimas anotadas en bitácora por el personal aportado por la empresa contratista según el cartel de licitación, entre los meses de agosto de 2019 y abril de 2020. Además, se logró identificar algunas oportunidades de mejora en cuanto a la gestión y el uso de las órdenes de modificación.</p> <p>Por último, se observó que la condición de los elementos de drenaje no es suficiente para cumplir una función de evacuación efectiva de las aguas superficiales, y en algunos casos se podría comprometer la integridad de los mismos elementos construidos, además de la posible afectación en la durabilidad de una buena condición de la vía.</p>		
10. Palabras clave Conservación vial – Lastre – Auditoría, Ruta 329	11. Nivel de seguridad: Confidencial	12. Núm. de páginas 104



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-INF-IC-D-008-2020: “Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001”.

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. CONAVI.
Licitación Número: 2018LA-000020-0006000001

Costo del proyecto: ₡ 590.057.055,74

Longitud del proyecto: 7 610 m

Contratista: ALSO FRUTALES S.A

Laboratorio de verificación de la calidad: CACISA Compañía Asesora de Construcción e Ingeniería S.A

Administrador Vial: VIETO y Asociados

Director del LanammeUCR:

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Auditor Técnico Líder: Ing. Luis Diego Herra Gómez

Audidores Adjuntos: Ing. Mauricio Salas Chaves

Ing. Sergio Guerrero Aguilera

Experto técnico: Ing. Alonso Ulate Castillo

Asesor Legal:

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

El alcance de este informe, abarca la revisión de la documentación contractual que respalda la ejecución de los trabajos realizados en la ruta nacional 329, sección de control 10852 (entre agosto de 2019 y abril de 2020), así como la revisión de elementos que permitan verificar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones y especificaciones establecidas en el cartel de licitación del proyecto. Entre estos elementos se encuentra la realización de giras técnicas, revisión de la maquinaria utilizada, evaluación de los drenajes, desempeño, proceso constructivo y seguridad vial del proyecto.

Finalmente, una vez revisados todos los elementos citados anteriormente, se emiten conclusiones y recomendaciones respecto a la gestión y ejecución del proyecto, con el objetivo de que la Administración pueda considerar estos aspectos en futuras contrataciones de carácter similar y que pueda valorar de manera inmediata otros aspectos que mejorarían el desempeño y la calidad de las obras ejecutadas.



TABLA DE CONTENIDOS

1. FUNDAMENTACIÓN.....	9
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	9
3. OBJETIVOS DEL INFORME.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4. ALCANCE DEL INFORME.....	10
5. ANTECEDENTES	11
6. METODOLOGÍA.....	12
7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA.....	13
8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	14
1. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR	18
2. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	19
2.1. HALLAZGOS Y OBSERVACIONES DE AUDITORÍA TÉCNICA	19
HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON EL PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO PLANTEADO POR LA EMPRESA CONTRATISTA EN SU PROGRAMA DE TRABAJO APROBADO POR LA ADMINISTRACIÓN MEDIANTE EL OFICIO GCSV-09-2019-3534.....	19
OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIÓ QUE EL MATERIAL DE SECADO COLOCADO EN EL PROYECTO EN ALGUNOS TRAMOS PERMANECIÓ MÁS DE UN MES SIN SER BARRIDO.....	25
OBSERVACIÓN 2: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA INCORPORACIÓN DEL ELEMENTO SEGURIDAD VIAL DENTRO DEL CONTRATO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329	27
OBSERVACIÓN 3: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL MATERIAL DE PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	38
OBSERVACIÓN 4: SE OBSERVARON DIFERENTES ACABADOS DEL SELLO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE RUEDO DE MATERIAL PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA, DEFECTOS LEVES Y MATERIAL DE SECADO REMANENTE SIN BARRER	54
OBSERVACIÓN 5: SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN CUANTO A LA MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROYECTO.....	60
HALLAZGO 2: SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON LA CANTIDAD DE VISITAS MÍNIMAS ANOTADAS EN BITÁCORA POR EL PERSONAL APORTADO POR EL CONTRATISTA.....	63



OBSERVACIÓN 6: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LAS ÓRDENES DE MODIFICACIÓN DEL PROYECTO 65

OBSERVACIÓN 7: SE ENCONTRARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL SISTEMA DE DRENAJES EN ALGUNOS TRAMOS DEL PROYECTO..... 68

3. CONCLUSIONES..... 75

4. RECOMENDACIONES..... 78

5. REFERENCIAS..... 81

6. ANEXOS 84

6.1. ANEXO 1. ANÁLISIS DE LOS OFICIOS GCSV-92-2020-3659 Y AV(4-1)-2020-414 (DESCARGO) 84

6.2. ANEXO 2. OFICIOS GCSV-92-2020-3659 Y AV(4-1)-2020-414 (DESCARGO) 89

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN Y VISITAS REALIZADAS POR PARTE DEL EQUIPO AUDITOR AL PROYECTO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329 14

FIGURA 2. SECCIÓN TÍPICA GENERAL PARA EL PROYECTO DE LA RUTA NACIONAL 329. 15

FIGURA 3. CONDICIÓN DEL PROYECTO EN ESTACIONAMIENTO 0+500, EN UNA VISITA REALIZADA EL 6 DE AGOSTO DE 2019. 15

FIGURA 4. CONDICIÓN DEL PROYECTO EN ESTACIONAMIENTO 0+500, EN UNA VISITA REALIZADA EL 12 DE MARZO DE 2020. 16

FIGURA 5. SEÑAL TEMPORAL UBICADA A 800M DEL FRENTE DE TRABAJO. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 3+558. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES - LAS MESAS (RN 224). FECHA: 28 DE AGOSTO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR 20

FIGURA 6. MAQUINARIA TRABAJANDO SOBRE LA VÍA SIN DEMARCACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 4+585. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES - LAS MESAS (RN 224). FECHA: 28 DE AGOSTO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR 20

FIGURA 7. ÁREA DE PREVENCIÓN, PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO RUTA 329. FUENTE: ALSO FRUTALES, 2019. 20

FIGURA 8. ÁREA DE PREVENCIÓN, PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO RUTA 329. FUENTE: ALSO FRUTALES 2019. 21

FIGURA 9. CIERRE TEMPORAL EN EL FRENTE DE TRABAJO DE CONFORMACIÓN DE CUNETAS, OPERARIOS REGULABAN EL PASO MEDIANTE SEÑAS A LA DISTANCIA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 4+945. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES - LAS MESAS (RN 224). FECHA: 28 DE AGOSTO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 22

FIGURA 10. FRENTE DE DESCUAJE SIN PASO REGULADO EN CURVA CON PENDIENTE UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 7+590. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES - LAS MESAS (RN 224). FECHA: 28 DE AGOSTO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR 23

FIGURA 11. CONFIGURACIÓN TÍPICA DE CONTROL DE TRÁNSITO PARA UN CARRIL EN UNA VÍA DE DOS CARRILES CON DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN. FUENTE: MOPT, 2015..... 23

FIGURA 12. MANEJO DE TRÁNSITO EN EL ESTACIONAMIENTO 5+480 DE LA RUTA NACIONAL 329. FECHA 20 DE FEBRERO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 24



FIGURA 13. MATERIAL DE SECADO COLOCADO EL 27 DE ENERO DE 2020. HASTA LA FECHA DEL 25 DE FEBRERO NO HABÍA SIDO BARRIDO. ESTACIONAMIENTO 3+796 DE LA RUTA NACIONAL 329. FECHA 25 DE FEBRERO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 25

FIGURA 14. MATERIAL DE SECADO COLOCADO EL 27 DE ENERO DE 2020. HASTA EL 25 DE FEBRERO NO HABÍA SIDO BARRIDO. SE MUESTRAN MARCAS DE DERRAPES SOBRE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO. ESTACIONAMIENTO 2+600 DE LA RUTA NACIONAL 329. FECHA 25 DE FEBRERO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 26

FIGURA 15. NUBES DE POLVO PRODUCTO DEL TRÁNSITO DE VEHÍCULO SOBRE EL MATERIAL DE SECADO COLOCADO EN EL ESTACIONAMIENTO 6+150 DE LA RUTA NACIONAL 329. FECHA 12 DE MARZO DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 26

FIGURA 16. ALINEAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL, ESTACIONAMIENTO 0+290. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 28

FIGURA 17. ALINEAMIENTO VERTICAL Y SUPERFICIE DE RUEDO, ESTACIONAMIENTO 1+290. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 28

FIGURA 18. INTERSECCIÓN EN CURVA SIN VISIBILIDAD Y EN PENDIENTE, ESTACIONAMIENTO 0+500. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 30

FIGURA 19. SEÑALES ENCONTRADAS EN EL ESTACIONAMIENTO 1+320. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 31

FIGURA 20. SEÑALIZACIÓN ABANDONADA, ESTACIONAMIENTO 3+796. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 32

FIGURA 21. INTERSECCIÓN SIN SEÑALAMIENTO VERTICAL PARA DETERMINAR PRIORIDAD DE PASO. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 0+750. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES-LAS MESAS (RN 224). FECHA: 28 DE AGOSTO DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 33

FIGURA 22. AUSENCIA DE SEÑALAMIENTO VERTICAL FIJO. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, KM 1+950. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES-LAS MESAS (RN 224). FECHA: 24 DE SETIEMBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 33

FIGURA 23. USUARIOS VULNERABLES EN LA VÍA. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020..... 34

FIGURA 24. PUENTE SOBRE QUEBRADA BOLIVIA. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 35

FIGURA 25. PASO DE ALCANTARILLA SIN PROTECCIÓN DE MÁRGENES, ESTACIONAMIENTO 4+070. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 36

FIGURA 26. CUNETAS Y CABEZAL DE PASOS DE ALCANTARILLA. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. 37

FIGURA 27. SUMARIO DE CANTIDADES DEL DOCUMENTO DE REQUERIMIENTOS ORIGINAL. 40

FIGURA 28. SUMARIO DE CANTIDADES DE LA ENMIENDA NO.1. 41

FIGURA 29. PLANTA Y PERFIL ESTIMADOS DE LA RN.329..... 44

FIGURA 30. ANÁLISIS DE GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL PERFILADO UTILIZADO EN LA RN.329... 48

FIGURA 31. ENSAYOS DE RECUBRIMIENTO Y ADHERENCIA DEL MATERIAL PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA (CSS-1H) DE LA RN.329..... 50

FIGURA 32. PROCESO DE ESTABILIZACIÓN EN SITIO DEL MATERIAL DE PERFILADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROMPIMIENTO LENTO (CSS-1H). 52

FIGURA 33. ACABADO FINAL DEL SELLO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE PERFILADO (TRAMO A). 56

FIGURA 34. DESPRENDIMIENTOS LEVES EN LA JUNTA LONGITUDINAL DEL SELLO SUPERFICIAL (TRAMO A). 57

FIGURA 35. MATERIAL DE SECADO SIN RETIRAR SOBRE EL SELLO SUPERFICIAL (TRAMO B). 57

FIGURA 36. HUECO LEVE QUE NO SE OBSERVA POR EL MATERIAL DE SECADO SIN RETIRAR (TRAMO B)..... 58

FIGURA 37. SELLO SUPERFICIAL CON TEXTURA LISA Y MATERIAL DE SECADO SIN RETIRAR (TRAMO C)..... 58



FIGURA 38. DESPRENDIMIENTOS Y HUECOS LEVES EN EL SELLO SUPERFICIAL (TRAMO C)..... 59

FIGURA 39. TEXTURA ÁSPERA EN EL SELLO SUPERFICIAL (TRAMO D)..... 59

FIGURA 40. DESPRENDIMIENTOS LEVES EN EL SELLO SUPERFICIAL (TRAMO D)..... 60

FIGURA 41. DISTRIBUIDOR DE EMULSIÓN UTILIZADO EN EL PROYECTO..... 62

FIGURA 42. CONDICIÓN DE CUNETA CON FALTA DE CONTINUIDAD. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 1 + 860. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 68

FIGURA 43. CONDICIÓN DE CUNETA CON FALTA DE CONTINUIDAD. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 4 + 370. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 69

FIGURA 44. FALTA DE CONTINUIDAD DE CUNETA CONSTRUIDA HACIA TUBO DE PASO LONGITUDINAL. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 3 + 400. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR 69

FIGURA 45. FALTA DE CONTINUIDAD DE CUNETA CONSTRUIDA HASTA CABEZAL DE PASO TRANSVERSAL. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 3 + 930. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR 70

FIGURA 46. FALTA DE OBRAS DE DRENAJE EN CONDICIONES CRÍTICAS DE PENDIENTES IMPORTANTES. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 1 + 290. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR 71

FIGURA 47. FINAL DEL TRAMO CUENTA CON CUENTA Y CABEZAL. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 1 + 290. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 71

FIGURA 48. CONDICIÓN ANTES Y DESPUÉS DE INTERVENIDA LA RUTA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 0 + 930. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR..... 72

FIGURA 49. FALTA DE SOLAQUEO SUFICIENTE EN JUNTAS DE TUBERÍA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 4 + 690. SECCIÓN DE CONTROL 10852, SAN RAFAEL – LAS MESAS. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR 73

FIGURA 50. COLOCACIÓN DE MORTERO DE SOLAQUEO Y RELLENO GRANULAR. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 6+147, SC 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES (ENTRADA PRINCIPAL) - LAS MESAS (RN 244). FECHA: 15 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR 74

FIGURA 51. SE PUEDE OBSERVAR QUE PARTE DEL MORTERO SE DESPRENDIÓ, INCLUSO ANTES DE LA COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE RELLENO GRANULAR. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 329, EST. 6+147, SC 10852, SAN RAFAEL DE PLATANARES (ENTRADA PRINCIPAL) - LAS MESAS (RN 244). FECHA: 15 DE OCTUBRE DE 2019. FUENTE: LANAMMEUCR..... 74

FIGURA 52. CONDICIONES LLUVIOSAS EN EL PROYECTO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329, SECCIÓN DE CONTROL 10852, MEDIANTE EL CONTRATO 2018LA-000020-0006000001. ESTACIONAMIENTO 3+640. FECHA: 28 DE ABRIL DE 2020. FUENTE: LANAMMEUCR. 86



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. INFORMES DE AUDITORÍA TÉCNICA SOBRE LA FISCALIZACIÓN A LA RED VIAL DE LASTRE	11
TABLA 2. REGISTRO DE VISITAS AL PROYECTO AUDITADO ENTRE LOS MESES DE AGOSTO DE 2019 Y ABRIL DE 2020.....	12
TABLA 3. PENDIENTE MÁXIMA PARA CARRETERAS RURALES	29
TABLA 4. TIPO DE COLOCACIÓN DE MATERIAL DE PERFILADO REALIZADA EN LA RN.329.	42
TABLA 5. RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MATERIAL DE PERFILADO TOMADO DE LA RN. 329.....	47
TABLA 6. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA ESTABILIZACIÓN DEL MATERIAL DE PERFILADO TOMADO DE LA RN. 329 CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ROMPIMIENTO LENTO (CSS-1H) REALIZADA EN EL LABORATORIO.....	47
TABLA 7. ACABADO FINAL DEL SELLO SUPERFICIAL A LO LARGO DE LA RN.329.	55
TABLA 8. REGISTRO DE VISITAS EN BITÁCORA REALIZADOS POR LOS PROFESIONALES RESPONSABLES DEL PROYECTO DE ATENCIÓN DE LA RUTA NACIONAL 339	63
TABLA 9. REGISTRO DE ÓRDENES DE MODIFICACIÓN EN EL PROYECTO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329.....	66



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-INF-IC-D-008-2020: Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001

1. FUNDAMENTACIÓN

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del plan anual de la Unidad de Auditoría Técnica del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Asimismo, el proceso de Auditoría Técnica se fundamenta en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”

2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.



3. OBJETIVOS DEL INFORME

3.1. OBJETIVO GENERAL

Fiscalizar y evaluar la ejecución del contrato 2018LA-000020-0006000001, para la atención de la Ruta Nacional 329, sección de control 10852 (San Rafael de Platanares – Las Mesas).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar y evaluar el cumplimiento contractual de las disposiciones y especificaciones establecidas en el cartel en relación con el proyecto auditado.
- Identificar oportunidades de mejora en el proceso gestión y ejecución del contrato, para que estas puedan ser consideradas por la Administración.
- Presentar y comunicar a la entidad auditada el contenido del informe preliminar sobre la fiscalización del contrato de lastre 2018LA-000020-0006000001.
- Elaborar y enviar el informe final a las diferentes entidades gubernamentales con base en los hallazgos encontrados y las modificaciones realizadas según el descargo del informe preliminar.

4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe, abarca la revisión de la documentación contractual que respalda la ejecución de los trabajos realizados en la ruta nacional 329, sección de control 10852 (entre agosto de 2019 y abril de 2020), así como la revisión de elementos que permitan verificar y evaluar el cumplimiento de las disposiciones y especificaciones establecidas en el cartel de licitación del proyecto. Entre estos elementos se encuentra la realización de giras técnicas, revisión de la maquinaria utilizada, evaluación de los drenajes, desempeño, proceso constructivo y seguridad vial del proyecto.

Finalmente, una vez revisados todos los elementos citados anteriormente, se emiten conclusiones y recomendaciones respecto a la gestión y ejecución del proyecto, con el objetivo de que la Administración pueda considerar estos aspectos en futuras contrataciones de carácter similar y que pueda valorar de manera inmediata otros aspectos que mejorarían el desempeño y la calidad de las obras ejecutadas.



5. ANTECEDENTES

La Unidad de Auditoría del LanammeUCR, en años anteriores ha realizado informes de auditorías sobre las actividades de conservación vial que ha ejecutado el CONAVI en diferentes contratos de conservación para rutas en superficie de lastre y tierra. En dichos informes se han detectado incumplimientos en la ejecución de actividades de conservación, tales como: colocación de material de lastre contaminado que no cumple con las especificaciones, conformación de superficie sin control de niveles, señalización insuficiente, ausencia de topografía, incumplimiento con las visitas mínimas de los ingenieros responsables, oportunidades de mejora en drenajes, entre otros.

Entre los informes elaborados por esta Auditoría Técnica sobre trabajos de atención a la Red Vial de Lastre se encuentran:

Tabla 1. Informes de Auditoría Técnica sobre la fiscalización a la Red Vial de Lastre

Informe	Fecha	Nombre del informe
LM-AT-141-09	Octubre 2009	Proyectos de Conservación Vial en Rutas de Lastre, Zona 4-1 A y 4-2B
LM-AT-135-10	Octubre 2010	Informe sobre la ejecución y calidad de las obras para el proyecto: Proyecto Conservación Vial de la Red Vial Nacional con Superficie en Tierra y Lastre, Zona 3-1 B, Ruta Nacional N° 604, Línea N°22.
LM-AT-133-10	Diciembre 2010	Proyecto: Conservación vial de la red vial nacional con superficie en tierra y lastre, Zona 2-3 A, Línea N°11, Ruta Nacional N°925 Sección 51250 Jabilla Abajo (R.1)-Lte. cantonal Cañas/Tilarán (Río Higueirón Último Paso) Licitación Pública No. 2007LN-000004-CV
LM-AT-019-11	Noviembre 2011	Conservación de vial de la red vial nacional, con superficie de lastre y tierra.: LINEA 13, ZONA 2-4A, Ruta Nacional No. 152, Sección de Control 50261, Veintisiete de Abril-Villareal
LM-PI-AT-15-17	Junio 2017	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 920(2015LA-000001-0DI00), Ruta Nacional 935 (2015LA-000039-0GCTT)
LM-PI-AT-27-17	Julio 2017	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 150 Licitaciones: 2015LA-000016-0GCTT y 005-2015 CONAVI-CNE)
LM-PI-AT-115-18	Diciembre 2018	Fiscalización contrato de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 163 (Zona 2-4). Licitación: 2017LA-000003-0006000001
LM-AT-91-2019	Febrero 2020	Fiscalización contrato de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 334 (Zona 4-1). Licitación: 2018LA-000017-0006000001

En razón de ello, se ha valorado la necesidad de continuar con las evaluaciones en contrataciones para los trabajos de atención de la red vial de lastre de manera tal que se pueda verificar el cumplimiento de las disposiciones y regulaciones técnicas descritas en los carteles de licitación y contrataciones vigentes.



6. METODOLOGÍA

La labor que se efectúa en un proceso de auditoría se orienta en recopilar y analizar evidencias durante un periodo definido, así como identificar posibles elementos y aspectos que puedan afectar la calidad del proyecto. La auditoría técnica que realiza el LanammeUCR no puede compararse, ni considerarse como una actividad de control de calidad, la cual le compete exclusivamente al Contratista como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. Tampoco puede conceptualizarse como una labor de verificación de calidad y supervisión que es de entera responsabilidad de la Administración. Es función del MOPT-CONAVI, analizar con las partes involucradas las consecuencias expuestas en los hallazgos incluidos en los informes de la Auditoría Técnica.

Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de Auditoría Técnica, las actividades que fueron desarrolladas por el Equipo Auditor consistieron en la revisión de los documentos contractuales relacionados con el proyecto, visitas al proyecto, evaluación del desempeño de las actividades ejecutadas, revisión de estimaciones de pago, órdenes de modificación, bitácoras, así como la ampliación de montos y contratos.

En relación con las visitas a los sitios de obras, la Tabla 2 muestra un listado de las visitas técnicas de fiscalización realizadas por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, a partir de las cuales se fundamenta el presente informe:

Tabla 2. Registro de visitas al proyecto auditado entre los meses de agosto de 2019 y abril de 2020

Ruta	Contrato	Contratista	Monto original del contrato	Fecha de visitas
329	2018LA-000020-0006000001	ALSO FRUTALES S.A	₡590.057.055,74	2019 6 y 7 de agosto 2019 27 al 29 de agosto 2019 9 y 10 de septiembre 2019 24 de septiembre 2019 9 de octubre 2019 15 y 16 de octubre 2019 28 y 29 de octubre 2019 13 y 14 de noviembre 2020 15 y 16 de enero 2020 8 de febrero 2020 20 de febrero 2020 25 de febrero 2020 12 de marzo 2020 28 de abril



En relación con la revisión y análisis de estimaciones de pago, órdenes de servicio, modificación de plazo y montos de contratos, el Equipo Auditor se apoyó en el Sistema de Gestión de Proyectos (SIGEPRO), el cual constituye un registro virtual utilizado por la Administración para la documentación y gestión de los proyectos auditados.

Las actividades descritas anteriormente permiten la detección de los hallazgos y observaciones que se desarrollan en el presente informe. Los hallazgos evidenciados, así como las observaciones realizadas pretenden identificar oportunidades de mejora para los procesos de gestión de proyectos y etapa constructiva, los cuales deben ser analizados con respecto al cumplimiento contractual, de manera que el MOPT-CONAVI tome las medidas preventivas y correctivas que considere necesarias.

7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

El cartel de licitación del proyecto 2018LA-000020-0006000001, establece que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas contenidas en los siguientes documentos contractuales:

Lo anterior de conformidad con los términos del presente documento y con:

- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010). Cualquier mención de este manual en el presente documento se entiende como última versión vigente.
- Manual de Especificaciones Generales para la Conservación de Caminos, Carreteras y Puentes (MCV-2015).
- Manual de materiales, normas, diseño y especificaciones, Disposición MN-02-2001. Renglones de pago, Conservación Vial.
- Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (MC-2002).
- Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial.
- Código de cimentaciones de Costa Rica (CCCR).
- Código sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR).
- Ley No. 7600. Ley de igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad.
- Las normas para la colocación de dispositivos de seguridad para protección de obras.
- Decreto Ejecutivo No. 31363-Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) del 02 de junio de 2003 (Reglamento de circulación de por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga) modificado mediante Decreto N° 35208-MOPT-J-MEIC de 23 de setiembre de 2003.
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA).
- Especificaciones de la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA).
- Planos o esquemas -en caso de existir- y demás disposiciones contractuales.

8. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto: “Trabajos para la atención de la ruta nacional No. 329 (lastre)”, se ubica en la zona de conservación vial 4-1(Pérez Zeledón), sección de control número 10852 (San Rafael de Platanares – Las Mesas). Tiene una longitud total acumulada de 7,61 km y su ubicación exacta se detalla en Figura 1.

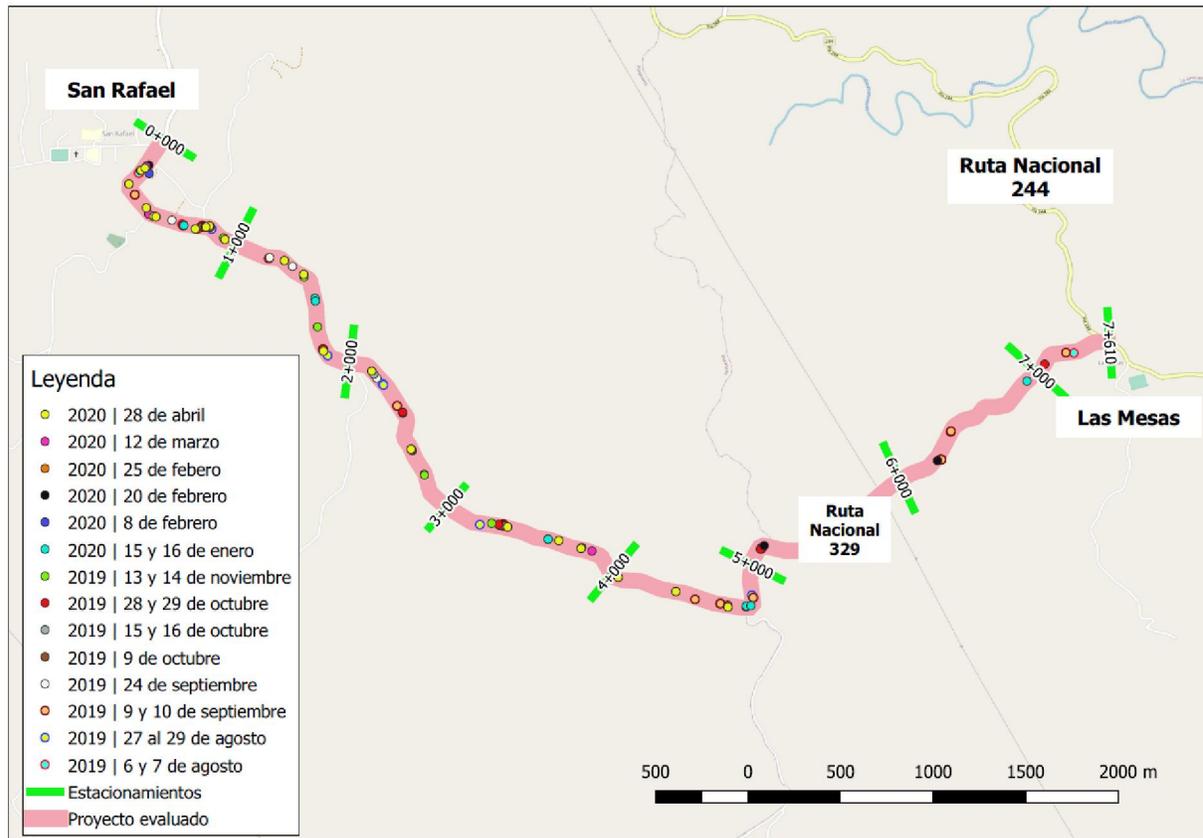


Figura 1. Ubicación y visitas realizadas por parte del Equipo Auditor al proyecto de atención a la Ruta Nacional 329

Descripción de los trabajos realizados:

De acuerdo con la información disponible en SIGEPRO, la meta del proyecto es lograr la transitabilidad de la ruta con servicio y confortabilidad a los usuarios, con una adecuada superficie de ruedo, evacuación de aguas, trabajos con maquinaria no especializada y trabajos con maquinaria especializada.

Por otra parte, de acuerdo con el contrato 2018LA-000020-0006000001 la calzada será conformada según los alineamientos, anchos, pendientes y secciones típicas indicadas en la Figura 2. Además, se aclara que esta sección típica corresponde a un ancho mínimo de explanada, el cual puede variar.

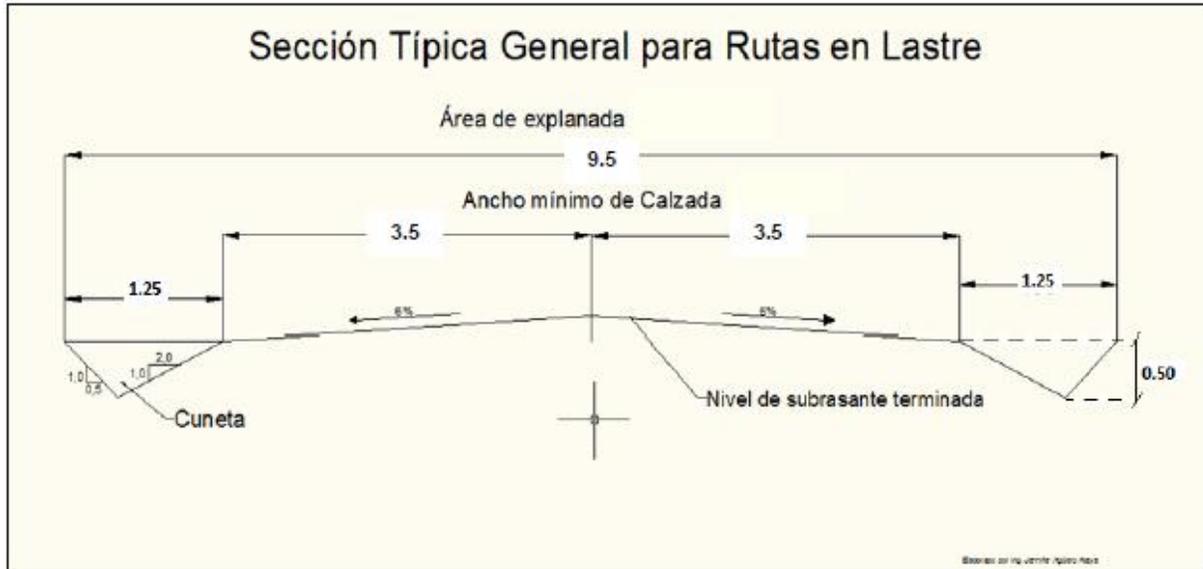


Figura 2. Sección típica general para el proyecto de la ruta nacional 329.

En la Figura 3 se muestra una fotografía de la condición del proyecto previo a su intervención, el 6 de agosto de 2019. Posteriormente, la Figura 4 muestra la condición del proyecto en ese mismo estacionamiento luego de haber sido intervenido el 12 de marzo de 2020.



Figura 3. Condición del proyecto en estacionamiento 0+500, en una visita realizada el 6 de agosto de 2019.



Figura 4. Condición del proyecto en estacionamiento 0+500, en una visita realizada el 12 de marzo de 2020.

Además, se debe garantizar el suministro por parte del contratista de todos los materiales, maquinaria, equipo y mano de obra necesarios para la ejecución de las obras contratadas, de acuerdo con las cantidades descritas en el siguiente sumario de cantidades:

Renglón de pago	Descripción	Unidad	Cantidad total (Según el contrato)
CR 110.06	Trabajo a costo más porcentaje	Global	1
CR 204.03	Excavación de la vía	m ³	2300
CR 209.01	Excavación estructural	m ³	65,86
CR 209.04	Relleno para estructuras	m ³	59,3
CR 209.03	Relleno para fundación	m ³	6,72
CR 301.01	Subbase granular graduación B	m ³	7170,07
EEM01	Préstamo selecto	m ³	2300
CR 304.02	Estabilización de agregados	m ³	10922,4
CR 251.03	Enrocado colocado clase 2	m ³	90
CR 552.01	Concreto hidráulico estructural clase (A)	m ³	122,69
CR 304.02	Cemento	t	546,12
CV 505.05	Sello de cura de emulsión asfáltica	l	92840,4
CR 413.03	Material de secado	m ³	546,12
CR 303.01	Reacondicionamiento de la calzada	km	7,59
CR 602.01	Tubería de alcantarillado de 800 mm (tubería de concreto C-76, clase III con refuerzo)	m	24
CR 608.02	Canal revestido tipo IV espesor 10 cm	m ²	600



Renglón de pago	Descripción	Unidad	Cantidad total (Según el contrato)
CR 554.02	Acero de refuerzo de baja aleación INTE 06-09-02 (ASTM A 706M Grado 60)	kg	5889,13
CV 103.01	Descuaje de árboles	h	250
CV 206.01	Limpieza del sistema de alcantarillado en sitio	unidad	12
M20(A)	Chapea manual (derecho de vía)	m ²	42000
M21(D)	Limpieza y conformación de cunetas	m	15220
SN	Cargador retroexcavador llantas 2WD 73/54 (HP/kW)	hr	150
SN	Vagoneta 9m ³ -11m ³	hr	250
SN	Barredora de vías autopropulsada 80/60 (HP/kW)	hr	30
SN	Pala excavadora hidráulica 21,6 t	hr	40
SN	Tanque de agua (11,000 litros)	hr	40



1. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-INF-IC-D-008B-2020 fue remitido a la Administración el día 3 de agosto de 2020, mediante oficio LM-IC-D-0635-2020, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

La presentación del informe se realizó el día 7 de agosto de 2020 de manera virtual, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

En la presentación participó el Ing. Javier González Murillo y el Ing. Alexander Guerra Morán por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y los ingenieros Miguel Rojas y Gustavo Rojas como representantes del Administrador Vial de la zona 4-1. Además del ingeniero Manrique Aguilar Oreamuno por parte del departamento de Auditoría Interna de CONAVI. Por parte de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR estuvieron presente los auditores encargados del informe, Ing. Luis Diego Herra Gómez, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Ing. Mauricio Salas Chaves, así como la coordinadora de la auditoría la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc y el Ing. Alonso Ulate Castillo que colaboró como experto técnico. Además, se contó con la participación de los ingenieros Luis Daniel Espinoza y José David Rodríguez que forman parte de la unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR

Posteriormente, el día 14 de agosto de 2020, se recibió el documento de descargo por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, GCSV-92-2020-3659, emitido por el Ing. Alexander Guerra Morán, donde se hace referencia al oficio AV(4-1)-2020-414 que responde a cada uno de los Hallazgos y Observaciones planteados en el informe. Este oficio fue analizado por el Equipo Auditor y considerado para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración

En el Anexo 1 del informe se adjunta el análisis del descargo realizado por el Equipo Auditor y en el Anexo 2 se adjunta el Oficio GCSV-92-2020-3659 y el oficio AV(4-1)-2020-414 con el descargo correspondiente, emitido por el Ing. Alexander Guerra Morán y el Administrador Vial, respectivamente.



2. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Las observaciones declaradas por el Equipo Auditor en este informe, se fundamentan en: evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría; el levantamiento en campo y el análisis propio de las evidencias.

Se entiende como “hallazgo de auditoría técnica”, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, una “observación de auditoría técnica” se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto, las recomendaciones que se derivan del análisis de las observaciones, podrán ser incluidas en la aplicación de acciones correctivas y preventivas, que adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

2.1. Hallazgos y observaciones de Auditoría Técnica

Sobre la seguridad vial del proyecto:

HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON EL PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO PLANTEADO POR LA EMPRESA CONTRATISTA EN SU PROGRAMA DE TRABAJO APROBADO POR LA ADMINISTRACIÓN MEDIANTE EL OFICIO GCSV-09-2019-3534

Durante una visita realizada el 28 de agosto 2019 por Equipo Auditor, al proyecto de la ruta nacional 329, se observaron tres frentes de obra que incumplían con los lineamientos establecidos para el control y manejo temporal del tránsito en obra, situación que fue comunicada a la Administración mediante el oficio LM-IC-D-0745-19.

En el primer frente de trabajo se observó la existencia de únicamente dos señales preventivas de trabajos en la vía (ver Figura 5), las mismas estaban espaciadas con una distancia de 93 m entre sí y con una separación de más de 800 m en relación con la zona de trabajo. Además, no se observó ninguna señal de velocidad restringida en este frente de trabajo.

En el frente de trabajo se observó la realización de actividades de excavación; sin embargo, el retroexcavador no contaba con la adecuada demarcación del área de trabajo, por lo que los vehículos circulaban en la zona de trabajo sin ninguna canalización segura, tal como se observa en la Figura 6.



Figura 5. Señal temporal ubicada a 800m del frente de trabajo. Ubicación: Ruta Nacional 329, km 3+558. Sección de control 10852, San Rafael de Platanares - Las Mesas (RN 224). Fecha: 28 de agosto de 2019. Fuente: LanammeUCR



Figura 6. Maquinaria trabajando sobre la vía sin demarcación de la zona de trabajo. Ubicación: Ruta Nacional 329, km 4+585. Sección de control 10852, San Rafael de Platanares - Las Mesas (RN 224). Fecha: 28 de agosto de 2019. Fuente: LanammeUCR

Respecto a las debilidades observadas en relación con el control temporal del tránsito, se debe mencionar que la sección del plan de manejo de tránsito considerado por el contratista en el oficio ALSO-2019-204, indica sobre la distancia de las señales al frente de trabajo que:

AREA DE PREVENCIÓN:

Se informará a los usuarios de la vía con rótulos en ambas direcciones con una separación de 100 m c/u de los trabajos que se estarán realizando, se procederá a colocar los dispositivos de acuerdo al tiempo que requiere el conductor para percibir y reaccionar ante la condición que se presentará adelante. **VER FIGURA 1**

Figura 7. Área de prevención, plan de manejo de tránsito ruta 329. Fuente: Also Frutales, 2019.

Según lo anterior, la condición evidenciada por el Equipo Auditor constituye un incumplimiento en el plan de manejo de tránsito planteado al estar las señales posicionadas a más de 800 m previo a la zona de trabajo.



Por otro lado, referente al espaciamiento entre señales en el área de prevención el plan de manejo de tránsito y el Manual Técnico de Dispositivos y Control Temporal de Tránsito del MOPT, establecen que debe existir una separación mínima entre señales en el área de prevención.

Distancia de colocación: Cuando las condiciones de la vía lo permitan, las señales deberán colocarse a distancias variables con anticipación a la zona de trabajo, dependiendo del tipo de carretera y la velocidad máxima permitida. Cuando se utilicen series de dos o más señales de prevención, se deberán colocar de acuerdo con el espaciamiento **VER CUADRO 1.**

Velocidad de la Carretera (KPH)	Dist. Mínima Primera Señal "A" (m)	Separación Mínima entre señales "B"(m)
40	50	25
60	100	50
80	180	75
100	275	100

CUADRO 1

Figura 8. Área de prevención, plan de manejo de tránsito ruta 329. Fuente: Also Frutales 2019.

La velocidad restringida en estas rutas de lastre es igual o menor a los 40 km/h por lo que la separación entre señales debería ser de mínimo 25 m. Ahora bien, el contratista planteó una separación de 100 m (como distancia para la primera señal) por lo que, según la Figura 8, estas señales deberían estar espaciadas al menos cada 50 m o un espaciamiento menor y no 93 m como se evidenció en la visita técnica realizada.

El segundo frente de trabajo identificado por el Equipo Auditor, correspondió a trabajos de conformación de cunetas en tierra. En este caso había un cierre temporal con paso regulado. Los operarios que regulaban el paso de vehículos, no contaban con banderas ni radios para comunicarse, por lo que el paso se regulaba mediante señas manuales a la distancia, tal como se muestra en la Figura 9.

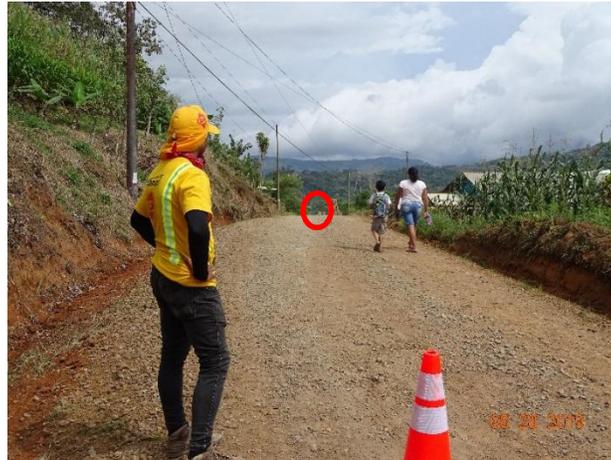


Figura 9. Cierre temporal en el frente de trabajo de conformación de cunetas, operarios regulaban el paso mediante señas a la distancia. Ubicación: Ruta Nacional 329, km 4+945. Sección de control 10852, San Rafael de Plataneros - Las Mesas (RN 224). Fecha: 28 de agosto de 2019. Fuente: LanammeUCR

El plan de manejo de tránsito propuesto por la empresa contratista y el Manual Técnico de Dispositivos y Control Temporal de Tránsito del MOPT indican que, con el método de abanderamiento, los abanderados deberán ser capaces de comunicarse verbalmente o por medio de señas en distancias cortas que permitan la visibilidad en ambos extremos.

De acuerdo con la distancia y visibilidad del cierre observado en la Figura 9, es criterio del Equipo Auditor que como mínimo los abanderados deberían contar con banderas o paletas que les permita regular de forma segura el tránsito de vehículos por la zona de trabajo. Además de que su uso es un aspecto obligatorio para detener, disminuir la velocidad y permitir el paso de vehículos en el cierre para control temporal de obra.

Por último, la tercera zona de trabajo donde el Equipo Auditor observó problemas de señalización, fue el frente de descuaje, ubicado en el kilómetro 7+590 de la ruta 329. En este escenario se observó el cumplimiento de la cantidad de señas y la adecuada demarcación de la zona de trabajo, pero no se observó la regulación del paso de vehículos por la zona de trabajo con abanderados pese a que los trabajos de descuaje se realizaban en una sección donde no existía una adecuada visibilidad, al estar cerca de una curva vertical y horizontal. Además, prácticamente un carril estaba inhabilitado por las ramas de árboles. La ausencia de la regulación del tránsito por parte de abanderados, generó que algunos vehículos circularan de forma simultánea en dirección opuesta por la única sección de la vía que quedaba habilitada, provocando riesgos de choques o vuelcos, tal como se muestra en la Figura 10.



Figura 10. Frente de descuaje sin paso regulado en curva con pendiente Ubicación: Ruta Nacional 329, km 7+590. Sección de control 10852, San Rafael de Platanares - Las Mesas (RN 224). Fecha: 28 de agosto de 2019. Fuente: LanammeUCR

Sobre la condición evidenciada en este frente de obra, se debe indicar que el escenario observado corresponde a una configuración típica de control de tránsito para un carril en una vía de dos carriles con sentido doble de circulación, la cual está regulada por la Figura 7 del plan de control de tránsito y la Figura 9 del Manual Técnico de Dispositivos y Control Temporal de Tránsito del MOPT que se muestra en la Figura 11.

FIGURA 8. CONFIGURACIÓN TÍPICA DE CONTROL DE TRÁNSITO PARA UN CARRIL EN UNA VÍA DE DOS CARRILES CON DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN

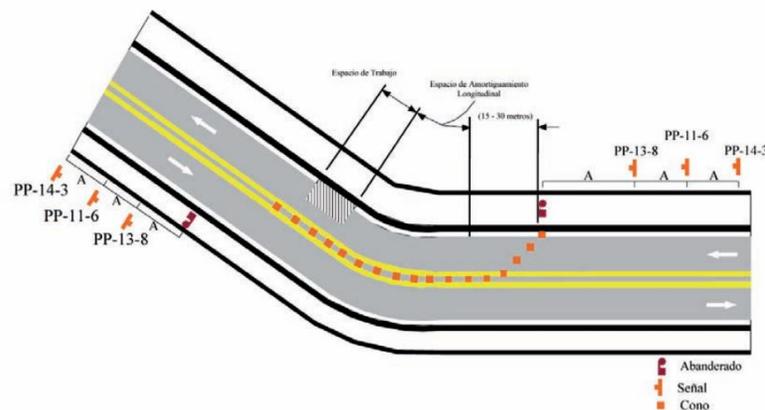


Figura 11. Configuración típica de control de tránsito para un carril en una vía de dos carriles con doble sentido de circulación. Fuente: MOPT, 2015.

Como se muestra en la Figura 11, la configuración típica de esta zona de trabajo, requiere el empleo de abanderados para regular el tránsito, por lo que, existe un incumplimiento respecto al personal necesario para regular el paso de vehículos por la zona de trabajo observada en sitio.



Las condiciones evidenciadas sobre la señalización temporal y regulación del tránsito, representan un potencial riesgo de accidente para los usuarios que transitan sobre esta vía, durante la realización de los trabajos de atención a la ruta de lastre, debido a que el usuario no tiene la información necesaria de cómo circular por las zonas de trabajo, de acuerdo con el plan de manejo planteado.

Se debe mencionar que el oficio LM-IC-D-0745-19 (del 12 de septiembre de 2019) donde se señalan los aspectos indicados en este hallazgo, fue respondido por parte de la Administración mediante el oficio GCSV-92-2019-4753 (del 24 de septiembre de 2019), de modo que, posteriormente se observó una mejoría en el manejo del tránsito.

Meses después, el 20 de febrero de 2020 en una visita realizada al proyecto se identificaron nuevamente oportunidades de mejora en cuanto al manejo de tránsito. Se observó que en un frente de obra cuyas labores estaban finalizando, pero que aún había maquinaria realizando labores de compactación, ya no se contaba con banderilleros para guiar el tránsito vehicular (ver Figura 12). Sobre este aspecto, se recomienda que al finalizar las labores en un frente de trabajo siempre se mantenga el personal y los dispositivos de manejo de tránsito, hasta que la maquinaria sea retirada por completo. Por lo tanto, a pensar de que se evidenció una mejora en el plan de manejo de tránsito durante la ejecución del proyecto, se siguieron presentando condiciones puntuales que demuestran que el cumplimiento de este plan exigen una estricta inspección.



Figura 12. Manejo de tránsito en el estacionamiento 5+480 de la Ruta Nacional 329. Fecha 20 de febrero de 2020. Fuente: LanammeUCR



OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIÓ QUE EL MATERIAL DE SECADO COLOCADO EN EL PROYECTO EN ALGUNOS TRAMOS PERMANECIÓ MÁS DE UN MES SIN SER BARRIDO

La presente observación se fundamenta en la evidencia recopilada durante las giras técnicas realizadas al proyecto los días 20 y 25 de febrero y 12 de marzo de 2020, así como la información expuesta en SIGEPRO sobre la colocación de material de secado. A partir de estas evidencias se observó que en algunos tramos del proyecto el material de secado colocado sobre el riego de imprimación permaneció sobre la superficie incluso más de un mes sin ser barrido.

Un ejemplo de esto se muestra en la Figura 13 que corresponde a un tramo, en las cercanías de un centro educativo, que permaneció más de un mes con material de secado suelto, sin que este fuera barrido.



Figura 13. Material de secado colocado el 27 de enero de 2020. Hasta la fecha del 25 de febrero no había sido barrido. Estacionamiento 3+796 de la Ruta Nacional 329. Fecha 25 de febrero de 2020. Fuente: LanammeUCR

El uso de este material se considera un aspecto importante y que en la mayoría de los casos en que se coloca un riego de imprimación es un procedimiento necesario para evitar que la emulsión colocada sea removida durante su proceso de cura, por efecto del tránsito vehicular. Sin embargo, posterior a la cura de la emulsión el exceso de material de secado debe ser barrido, pues ya no cumple su función de protección a la capa de ruedo y además representa un riesgo para los usuarios de la vía.

Existen condiciones de inseguridad que propicia este material suelto para la estabilidad vehicular, debido a que facilita el derrape y dificulta el frenado (ver Figura 14). Por otra parte, además de la inestabilidad en el tránsito, en condiciones secas se generan nubes de polvo (ver Figura 15) que dificultan la visibilidad de los conductores y representan una molestia para los vecinos, por las partículas de polvo que ingresan a sus viviendas y la afectación a los sistemas respiratorios de las personas. Además, la tracción de los vehículos podría hacer que se levanten partículas y sean lanzadas hacia atrás, siendo proyectiles tanto para vehículos como para peatones.



Figura 14. Material de secado colocado el 27 de enero de 2020. Hasta el 25 de febrero no había sido barrido. Se muestran marcas de derrapes sobre la superficie del pavimento. Estacionamiento 2+600 de la Ruta Nacional 329. Fecha 25 de febrero de 2020. Fuente: LanammeUCR



Figura 15. Nubes de polvo producto del tránsito de vehículo sobre el material de secado colocado en el estacionamiento 6+150 de la Ruta Nacional 329. Fecha 12 de marzo de 2020. Fuente: LanammeUCR

Por otra parte, se ha mencionado reiteradas veces en informes de Auditoría Técnica, la desventaja de que el material de secado en exceso se va desplazando hasta la orilla, provocando que el agua no pueda salir hacia los drenajes, se acumule en parte de la superficie, saturando el material granular, que en conjunto con las cargas de tránsito, van deteriorando aceleradamente la superficie construida.



Además, si este material de secado en exceso no se retira posteriormente llega a los sistemas de drenaje, obstruyendo el flujo del agua pluvial, lo que podría afectar la estabilidad lateral de la vía y hasta saturación de la estructura interna del pavimento.

Como una buena práctica constructiva, se recomienda garantizar el barrido del material de secado sobrante, en cuanto la emulsión haya curado, evitando el riesgo de los inconvenientes indicados anteriormente, sobre todo tomando en cuenta que lo que protege a la capa de base construida es el material de secado que se adhiere efectivamente a la superficie con la emulsión asfáltica utilizada como imprimación.

OBSERVACIÓN 2: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA INCORPORACIÓN DEL ELEMENTO SEGURIDAD VIAL DENTRO DEL CONTRATO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329

En este apartado se presentan las observaciones identificadas por la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del LanammeUCR durante una visita realizada el 28 de abril de 2020, así como recomendaciones generales para su valoración. Estas se enfocan en las condiciones geométricas, de señalamiento, riesgos asociados a las condiciones de las márgenes de la vía y en usuarios vulnerables.

1. Geometría y señalamiento

1.2 Velocidad de operación y geometría

A lo largo del proyecto se identificaron secciones de vía que favorecen la conducción a velocidades superiores a los 40 km/h reglamentarios, donde el traslape de pendientes negativas con secciones rectilíneas, como se observa en la Figura 16, favorece este comportamiento.

De forma similar, la Figura 17 presenta una pendiente longitudinal de 10,2° cercana a 18%, esta favorece la conducción a alta velocidad, y se suma el riesgo del material granular en la superficie de la vía, elemento que reduce la fricción de los usuarios con la vía y podría propiciar la pérdida de control en la maniobra de conducción.



Figura 16. Alineamiento vertical y horizontal, estacionamiento 0+290. Fecha: 28 de abril de 2020.



Figura 17. Alineamiento vertical y superficie de ruedo, estacionamiento 1+290. Fecha: 28 de abril de 2020.

Basado en la Tabla 3 donde se especifican las pendientes máximas para carreteras rurales, según SIECA (2011), la pendiente evidenciada de 18% excede los límites de diseño especificados para terreno montañoso. Esta condición, al ser enfrentada por un camión en sentido ascendente, presentará limitaciones en la conducción que dificultarán el tránsito, esto al ser una pendiente elevada.



Sumado a las limitaciones en el tránsito de vehículos, las pendientes longitudinales pronunciadas y la ausencia de aceras dificulta la movilidad de los peatones en la zona.

Tabla 3. Pendiente máxima para carreteras rurales

TIPO DE TERRENO	Máxima Pendiente (%) para la Velocidad de Diseño Especificada, KPH								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Lomerío	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Montañoso	17	16	15	14	13	12	10	10	---

Nota: Tomado de Manual Centroamericano de normas de diseño geométrico para carreteras. SIECA, 2011.

A pesar de no haber realizado mediciones de velocidad, las condiciones evidenciadas podrían propiciar la conducción a velocidades que no sean seguras, por lo que se presentan las siguientes recomendaciones.

Ante las deficiencias identificadas, se recomienda el uso de señales preventivas que indiquen la presencia de curvas y pendientes pronunciadas, señales tipo Chevron o delineadores que mejoren la percepción de los usuarios ante la geometría ondulada y señales que identifiquen los sitios de mayor flujo peatonal.

Asociado al material granular evidenciado sobre secciones de la vía, se recomienda su remoción, esto en aras de aumentar la fricción de los vehículos con la vía y reducir la probabilidad de ocurrencia de choques viales.

1.2 Intersecciones y visibilidad

La Figura 18 permite evidenciar la geometría ondulada aledaña a las intersecciones, acompañada de pendientes longitudinales y radios reducidos que limitan la visibilidad de los usuarios.

Las condiciones descritas previamente favorecen la ocurrencia de choques viales, en especial, afectando a los peatones que no cuentan con aceras en la vía.



Figura 18. Intersección en curva sin visibilidad y en pendiente, estacionamiento 0+500. Fecha: 28 de abril de 2020.

Ante los riesgos evidenciados, se recomienda gestionar la colocación de señalamiento vertical en las intersecciones y sus cercanías. En la vía principal puede valorarse la utilización de señalamiento preventivo para alertar a los conductores ante la presencia de curvas, esto mediante delineadores, así como el uso de señales que indiquen la proximidad de intersecciones. En la vía secundaria se recomienda colocar señales verticales de Alto, que permitan alertar a los conductores ante la presencia de la intersección. De forma complementaria, se podrían utilizar espejos viales que aumenten la visibilidad en las curvas y mejorar la iluminación.

1.3 Señales verticales

En la zona de estudio se identificaron pocas señales verticales, sumado a la evidencia de señales antiguas que no fueron reinstaladas posteriormente a las mejoras en la superficie de ruedo, según se observa en la Figura 19.

En la Figura 19 se evidencian dos señales correspondientes a la zona escolar aledaña a la Escuela Naranja, señales que no fueron removidas y/o sustituidas.



Figura 19. Señales encontradas en el estacionamiento 1+320. Fecha: 28 de abril de 2020.

En la Figura 20 se observa otra señal de zona escolar abandonada y señales de precaución de las zonas de trabajo, esto aledaño al centro de estudio ubicado en la zona de Bolivia.

Esta práctica, además de demostrar una mala gestión de los activos públicos, reduce la seguridad en zonas con usuarios vulnerables, como lo son las zonas escolares.





Figura 20. Señalización abandonada, estacionamiento 3+796. Fecha: 28 de abril de 2020.

Sobre este aspecto, se recomienda la sustitución de las señales en mal estado, asegurando su correcta ubicación y nivel de retroreflectividad suficiente que asegure su visibilidad durante la noche, así como la remoción de señales que se encuentren derribadas.

Por otra parte, cabe destacar que, posteriormente, en el acta de recepción preliminar, la Administración le solicitó al contratista el levantamiento de las señales verticales removidas para la ejecución del proyecto.

Además, durante las visitas realizadas por el Equipo Auditor en los meses de agosto y setiembre de 2019 a este proyecto, se identificaron otras intersecciones sin señalamiento vertical de reglamentación que permitan informar al usuario sobre la prioridad de paso, situación que fue comunicada a la Administración mediante la nota informe número: LM-IC-D-0822-19, del 3 de octubre de 2019. En la Figura 21 y Figura 22 se muestra la condición evidenciada por el Equipo Auditor en dicha nota informe.



Figura 21. Intersección sin señalamiento vertical para determinar prioridad de paso. Ubicación: Ruta Nacional 329, km 0+750. Sección de control 10852, San Rafael de Platanares-Las Mesas (RN 224). Fecha: 28 de agosto de 2019. Fuente: LanammeUCR



Figura 22. Ausencia de señalamiento vertical fijo. Ubicación: Ruta Nacional 329, km 1+950. Sección de control 10852, San Rafael de Platanares-Las Mesas (RN 224). Fecha: 24 de setiembre de 2019. Fuente: LanammeUCR

A pesar de que el alcance de las contrataciones no contempló la colocación de señales verticales de reglamentación, el Equipo Auditor considera de relevancia que la ingeniería realice las gestiones necesarias con las entidades pertinentes para su colocación en dichas intersecciones. Lo anterior, con el propósito de que el proyecto no solo aporte únicamente desde el punto de vista funcional, sino que también brinde la información necesaria para que el usuario pueda transitar de forma segura por las rutas y así disminuir la probabilidad de un potencial accidente de tránsito.



2. Usuarios vulnerables

A lo largo de la vía se evidenciaron peatones transitando en el borde de la calzada, exponiéndose a cunetas con pendientes no traspasables ni recuperables, material granular que dificulta el tránsito y aumenta la posibilidad de caída de estos usuarios, pendientes longitudinales abruptas, curvas horizontales que limitan la visibilidad entre usuarios y tránsito de vehículos. Estas condiciones reducen la calidad de vida y aumentan la exposición al riesgo de los usuarios vulnerables (peatones, ciclistas, motociclistas), condiciones que se observan en la Figura 23.



Figura 23. Usuarios vulnerables en la vía. Fecha: 28 de abril de 2020.

De forma análoga a las mejoras para los vehículos, se recomienda gestionar con las entidades correspondientes el mejoramiento de las márgenes para el tránsito de peatones que, en condiciones ideales correspondería a la construcción de aceras en los trayectos de mayor tránsito peatonal, a partir de un estudio de movilidad peatonal. Lo anterior, como parte de un proyecto integral que considera la seguridad vial de estos usuarios.



3. Riesgos asociados a los márgenes de la vía

3.1 Puentes y pasos de alcantarilla

En la Figura 24 se observa el puente por el que pasa la Quebrada Bolivia, en esta se puede evidenciar que las barreras metálicas presentan el terminal denominado como “cola de pez”. Este elemento no responde a las buenas prácticas en materia de seguridad vial, ya que al ser colisionado, atraviesa los vehículos y ocupantes. El *Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras* prohíbe el uso de este tipo de terminales de barrera para Costa Rica dada su alta peligrosidad (Valverde, 2011, p. 39).



Figura 24. Puente sobre Quebrada Bolivia. Fecha: 28 de abril de 2020.

En la Figura 25 se observan las márgenes de un paso de alcantarilla, este se ubica en la sección de menor elevación, presenta aproximaciones con pendientes que propician elevar la velocidad de operación al alcanzar la zona de menor elevación y, además, la visibilidad es deficiente, ya que se ubica en una curva horizontal. No se evidenciaron señales que alerten a los usuarios ante la presencia del paso de alcantarilla, ni de la presencia de curva o pendientes pronunciadas.

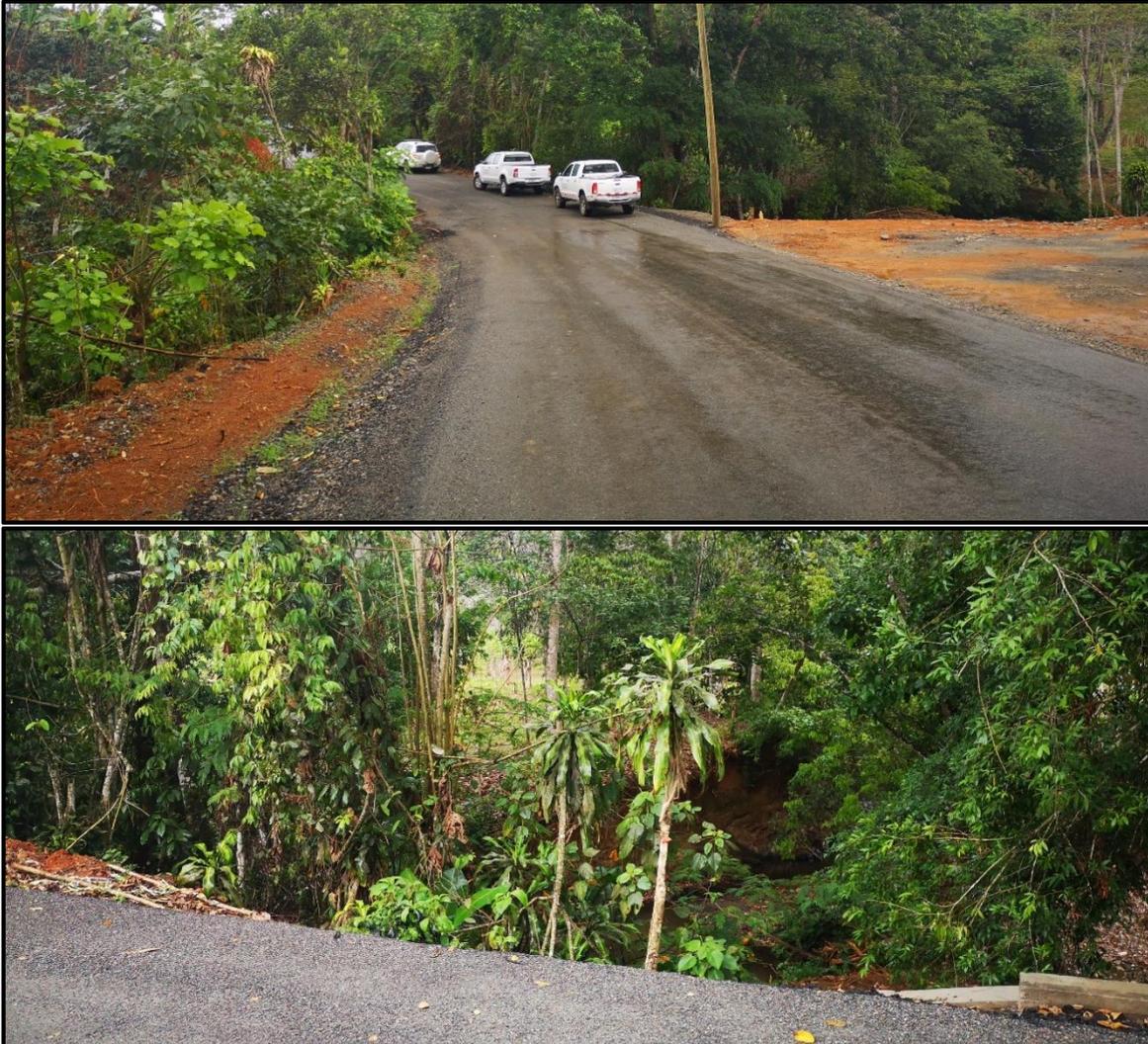


Figura 25. Paso de alcantarilla sin protección de márgenes, estacionamiento 4+070. Fecha: 28 de abril de 2020.

Ante el riesgo de salida de vía presente en los puentes y pasos de alcantarilla, se recomienda a nivel general el uso de delineadores que permitan alertar a los usuarios ante la presencia de los puentes, así como mejorar la iluminación en caso posible. Además, se debe dotar a los puentes, pasos de alcantarilla y sus respectivos accesos de sistemas de contención vehicular diseñados según el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Decreto N° 37347-MOPT.

3.2 Pasos de alcantarilla y cunetas

Otra particularidad que presenta el tramo en estudio son las cunetas con un desfogue profundo y descubierto y los altos muros que se colocan cuando hay presencia de pasos de alcantarilla (cabezales) como se observa en la Figura 26 representan un peligro ante el choque de un vehículo y/o la caída de algún usuario en el elemento de desfogue.



Figura 26. Cunetas y cabezal de pasos de alcantarilla. Fecha: 28 de abril de 2020.

Se recomienda en caso posible eliminar la presencia de los cabezales de gran magnitud, sin embargo, en caso de que no sea viable, se recomienda la colocación de delineadores para hacer visible el obstáculo y el uso de sistemas de contención vehicular para reducir la severidad de posibles colisiones, disminuyendo la posibilidad de que un vehículo impacte de frente contra la estructura rígida del cabezal.

En el caso de los desfogues finales de las cunetas, se recomienda su recubrimiento con rejillas de concreto o acero, elemento que no afectará la capacidad hidráulica y reducirá la severidad de un posible incidente.



Sobre el material de perfilado colocado en el proyecto:

OBSERVACIÓN 3: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL MATERIAL DE PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

El proyecto de atención de la RN.329, incorporó la colocación de una capa de ruedo compuesta con material perfilado de mezcla asfáltica, proveniente de las actividades de conservación de la red vial nacional pavimentada. Esto es considerado como una práctica positiva por el Equipo Auditor, ya que permite la reutilización del material de perfilado que resulta de la remoción de carpetas asfálticas antiguas producto de actividades de conservación de la red vial asfaltada, porque reduce la extracción de agregados de ríos o canteras (que cada día son más limitados), el consumo de combustibles y la emisión de gases de efecto invernadero asociados a las operaciones de producción y acarreo. Además, el uso de medidas de control de polvo o sellos contra erosión en las rutas de lastre, tiene beneficios ambientales y en la salud de la población, a la vez que mejora la transitabilidad y extiende la durabilidad de las capas granulares colocadas en los caminos.

A pesar de los aspectos positivos mencionados en el párrafo anterior, el Equipo Auditor considera que en todos los casos se debe aplicar los mejores principios de gestión vial y prácticas de ingeniería para asegurar la eficacia de las obras realizadas y el uso eficiente de los recursos públicos.

Respecto de la gestión vial, el Equipo Auditor considera que la Administración debe planificar el tipo de mantenimiento y recursos financieros que se requerirá en el corto plazo, para los caminos de la red vial nacional en lastre donde se apliquen sellos anti-erosión y control de polvo; ya que el mejoramiento en el tipo de superficie implica la utilización de técnicas de conservación vial que son diferentes a las que se realizaban anteriormente.

En cuanto a las mejores prácticas de ingeniería, la Administración debe procurar que se realice la caracterización y selección de los materiales a utilizar, diseños de mezcla para la estabilización de materiales granulares y el correspondiente control de calidad para todas las actividades ejecutadas. Es por esto, que el Equipo Auditor considera que existe una serie de aspectos que se pueden mejorar para obtener una capa de material de perfilado estabilizado con emulsión asfáltica de calidad y durable:

- Incluir el uso de este material de perfilado en el Documento de Requerimientos (cartel) para contrataciones futuras similares, al establecer una especificación especial que esté asociada a un ítem o renglón de pago. De esta forma la actividad podría ser contratada por unidad de obra (preferiblemente m^2 o m^3), especificar el proceso, espesor de capa a colocar, indicar el tipo de equipo o maquinaria de construcción y control de calidad requerido.
- Definir el tipo de intervención o proceso de colocación para la capa de material de perfilado, sobre la base de las características propias del camino (zonas con mayor o



menor pendiente longitudinal, curvas cerradas, zonas sujetas a erosión pluvial y otros) y con diseños de mezcla para la estabilización.

- Caracterizar y seleccionar el material perfilado de mezcla asfáltica (para corregir su granulometría (ya sea por eliminación de sobre tamaño o adición de finos).
- Realizar el diseño de laboratorio para la estabilización del material de perfilado con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h).
- Retirar el exceso de material de secado del sello superficial de emulsión asfáltica antes de la entrega del proyecto.

Los aspectos ya mencionados se desarrollan a continuación, de acuerdo con lo observado por el Equipo Auditor en la documentación del proyecto y las obras de construcción de la Ruta Nacional 329.

1. Sobre el Documento de Requerimientos (cartel):

El *Documento de Requerimientos* de la Licitación Abreviada: “*TRABAJOS PARA LA ATENCIÓN DE LA RUTA NACIONAL No. 329 (EN LASTRE), SECCIÓN DE CONTROL No. 10852 SAN RAFAEL DE PLATANARES (ENTRADA PRINCIPAL)-LAS MESAS (R.244)*”, no indica específicamente la construcción de esta capa de ruedo o sello superficial con material perfilado de mezclas asfáltica, como se cita textualmente en objeto de la contratación establecido en el Capítulo I, Apartado 3:

“El objeto de esta licitación es contratar una persona jurídica, con capacidad técnica y legal para llevar a cabo los trabajos para rehabilitación, mantenimiento periódico y mantenimiento rutinario en la Ruta Nacional No. 329 (en lastre), sección de control No. 10852 San Rafael de Platanares (entrada principal) – Las Mesas (R.244), que incluyen: excavación en la vía y para estructuras, suministro y colocación de relleno para fundación y para estructuras, suministro y colocación de subbase de agregados (graduación B (caso 2)), suministro y colocación de préstamo selecto, estabilización de agregados, enrocado colocado clase 2, suministro y colocación de concreto estructural, suministro de cemento de uso general, sello de cura de emulsión asfáltica, suministro y colocación de material de secado, reacondicionamiento de la calzada (cunetas, espaldones, subrasante), suministro y colocación de tubería de alcantarillado, canal revestido tipo IV con 10 cm de espesor, suministro y colocación de acero de refuerzo de baja aleación INTE 06-09-02 (ASTM A706M Grado 60), descuaje de árboles, limpieza del sistema de alcantarilla en sitio, chapea manual dentro del derecho de vía, limpieza y conformación de cunetas en tierra, alquiler de maquinaria, entre otros, de conformidad con los términos del presente documento. En el Capítulo II “Condiciones específicas”, se describen la naturaleza y los alcances de los trabajos objeto de esta contratación.”

En el apartado 7.11 del *Documento de Requerimientos (cartel)*, se presenta el Sumario de Cantidades, en el cual se incluyó originalmente el renglón de pago: **SN Sello asfáltico no estructural contra erosión con una cantidad de 92 840,40 m³**, como se muestra en la Figura 27

Las especificaciones especiales se indican en el inciso j. del *Capítulo II Condiciones específicas*, de la siguiente manera:

- Material granular triturado y bien graduado, de hasta 4% de plasticidad y 50.8mm de tamaño máximo.



- Proceso constructivo donde se escarifican 50 mm del material granular y se aplica riego de emulsión de rompimiento rápido (CRS-1). Se mezcla el material granular escarificado con una recuperadora de caminos, se conforma y compacta con el compactador de neumáticos.
- La dosificación indicada de emulsión de rompimiento rápido (CRS-1) es de 6 l/m², (incluyendo sello superficial de 1 l/m²) y aplicación de material de secado.
- Se indica que se evaluará el sello de acuerdo con la cantidad de cemento asfáltico especificado y el rango de densidad especificada (pero no se indica cuál es).
- Se indica que se medirá el sello por metro cuadrado (m²).

Posteriormente, por medio de la *Enmienda No. 1*, se sustituyó el renglón de pago anterior por el renglón de pago: **CV.505.05 Sello de cura de emulsión asfáltica, para áreas adyacentes o de transición, de acuerdo con la Sección 505 del MCV-2015, con una cantidad de 92 840,40 l**, como se muestra en la Figura 28 .

7.11. La oferta deberá presentarse bajo el siguiente formato:

Sumario de cantidades Licitación Abreviada, proyecto: "Trabajos para la atención de la Ruta Nacional No. 329 (en lastre), sección de control No. 10852 San Rafael de Platanares (entrada principal) – Las Mesas (R.244)."					
Renglón de pago	Descripción CR-2010	Unidad	Cantidad Total	Precio unitario	Precio Total
CR.110.06	Trabajo a costo más porcentaje	Global	1,00	¢30.516.716,15	
CR.204.03	Excavación en la vía	m3	2.300,00		
CR.209.01	Excavación estructural	m3	65,86		
CR.209.04	Relleno para estructuras	m3	59,30		
CR.209.03	Relleno para fundación	m3	6,72		
CR.301.01	Subbase granular graduación B	m3	7.170,07		
EEM01	Préstamo selecto	m3	2.300,00		
CR.304.02	Estabilización de agregados	m3	10.922,40		
CR.251.03	Enrocado colocado clase 2	m3	90,00		
CR.552.01	Concreto hidráulico estructural clase A (25MPa)	m3	122,69		
CR.304.04	Cemento	t	546,12		
SN	Sello asfáltico no estructural contra erosión	m3	92.840,40		
CR.413.03	Material de Secado	m3	546,12		
CR.303.01	Reacondicionamiento de calzada	km	7,59		
CR.602.01	Tubería de alcantarillado de 800 mm (tubería de concreto C-76, clase III con refuerzo).	m2	24,00		
CR.608.02	Canal revestido tipo IV espesor 10 cm	m	600,00		
CR.554.02	Acero de refuerzo de baja aleación INTE 06-09-02 (ASTM A 706M Grado 60)	kg	5.889,13		
CV.103.01	Descuaje de árboles	h	250,00		
CV.206.01	Limpieza del sistema de alcantarilla en sitio	unidad	12,00		
M20(A)	Chapea manual (derecho de vía).	m3	42.000,00		
M21(D)	Limpieza y conformación de cunetas	m	15.220,00		
Alquiler de maquinaria					
SN	Cargador retroexcavador llantas 2WD 73/54 (HP/kW)	hr	150,00		
SN	Vagoneta 9m3-11m3	hr	250,00		
SN	Barredora de vías autopropulsada 80/60 (HP/kW)	hr	30,00		
SN	Palaexcavadora hidráulica 21,6 t	hr	40,00		
SN	Tanque de agua (34000 L)	hr	30,00		

Notas (*) Para efectos del Sistema de Gestión de Proyectos (SIGEPRO) del CONAVI, se podrá asignar un consecutivo al renglón.
(**) El oferente podrá ofrecer para este concurso maquinaria y equipo dentro de vida útil (DVU) o fuera de vida útil (FVU).

Figura 27. Sumario de cantidades del Documento de Requerimientos Original.

Fuente: Documento de Requerimientos, Licitación Abreviada "TRABAJOS PARA LA ATENCIÓN DE LA RUTA NACIONAL No. 329 (EN LASTRE), SECCIÓN DE CONTROL No. 10852 SAN RAFAEL DE PLATANARES (ENTRADA PRINCIPAL)-LAS MESAS (R.244)", CONAVI, MOPT (Octubre, 2018)



Aparte 7. Precio

La tabla del aparte 7.11 deberá sustituirse por la siguiente que se muestra a continuación:

Sumario de cantidades Licitación Abreviada, proyecto: "Trabajos para la atención de la Ruta Nacional No. 329 (en lastre), sección de control No. 10852 San Rafael de Platanares (entrada principal) – Las Mesas (R.244)."					
Renglón de pago	Descripción CR-2010	Unidad	Cantidad Total	Precio unitario	Precio Total
CR.110.06	Trabajo a costo más porcentaje	Global	1,00	€30.516.716,15	
CR.204.03	Excavación en la vía	m3	2.300,00		
CR.209.01	Excavación estructural	m3	65,86		
CR.209.04	Relleno para estructuras	m3	59,30		
CR.209.03	Relleno para fundación	m3	6,72		
CR.301.01	Subbase granular graduación E	m3	7.170,07		
EEM01	Préstamo selecto	m3	2.300,00		
CR.304.02	Estabilización de agregados	m3	10.922,40		
CR.251.03	Enrocado colocado clase 2	m3	90,00		
CR.552.01	Concreto hidráulico estructural clase A (25MPa)	m3	122,69		
CR.304.04	Cemento	t	546,12		
CV.505.05	Sello de cura de emulsión asfáltica	l	92.840,40		
CR.413.03	Material de Secado	m3	546,12		
CR.303.01	Reacondicionamiento de calzada	km	7,59		
CR.602.01	Tubería de alcantarillado de 800 mm (tubería de concreto C-76, clase III con refuerzo).	m	24,00		
CR.608.02	Canal revestido tipo IV espesor 10 cm	m	600,00		
CR.554.02	Acero de refuerzo de baja aleación INTE 06-09-02 (ASTM A 706M Grado 60)	kg	5.889,13		
CV.103.01	Descuaje de árboles	h	250,00		
CV.206.01	Limpieza del sistema de alcantarilla en sitio	unidad	12,00		
M20(A)	Chapea manual (derecho de vía).	m2	42.000,00		
M21(D)	Limpieza y conformación de cunetas	m	15.220,00		
Alquiler de maquinaria					
SN	Cargador retroexcavador llantas 2WD 73/54 (HP/kW)	hr	150,00		
SN	Vagoneta 9m3-11m3	hr	250,00		
SN	Barredora de vías autopropulsada 80/60 (HP/kW)	hr	30,00		
SN	Palaexcavadora hidráulica 21,6 t	hr	40,00		
SN	Tanque de agua (11.000 litros)	hr	40,00		

Figura 28. Sumario de cantidades de la Enmienda No.1.

Fuente: Adaptado de Enmienda No.1, Licitación Abreviada "TRABAJOS PARA LA ATENCIÓN DE LA RUTA NACIONAL No. 329 (EN LASTRE), SECCIÓN DE CONTROL No. 10852 SAN RAFAEL DE PLATANARES (ENTRADA PRINCIPAL)-LAS MESAS (R.244)", CONAVI, MOPT (Febrero, 2019)

En el documento de la *Enmienda No.1* no se incluyen especificaciones especiales adicionales para este nuevo renglón de pago. El Equipo Auditor considera que esto genera un faltante de especificaciones de referencia, claramente establecidas en los documentos de contratación, para la etapa de ejecución del proyecto, específicamente en la actividad de colocación y estabilización de la capa de ruedo de material perfilado de mezcla asfáltica. Esto obliga a la Ingeniería de Proyecto a establecer el marco normativo y proceso de control de calidad durante el desarrollo de las actividades, lo cual puede limitar el alcance de las labores de inspección y eficacia del control de calidad.



2. Sobre el tipo de colocación del material de perfilado a lo largo de la RN. 329:

La colocación de la capa de material de perfilado de mezcla asfáltica de la RN.329, se realizó utilizando dos procesos diferentes (espesores de capa y tipo de colocación y estabilización del material de perfilado), para dos tramos de la ruta como se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Tipo de colocación de material de perfilado realizada en la RN.329.

Tipo de intervención	Tramo	Descripción
Capa de material de perfilado con sello superficial	Tramo 1 Estacionamiento 0+000 a 3+890	<ul style="list-style-type: none"> • Capa de 10 cm de subbase granular graduación E Caso 2 (según Enmienda 1). • Capa de 10 cm de base granular, que se mejoró con cemento en una dosificación de 60 kg/m³, en algunos tramos con alta pendiente longitudinal. • Capa de ruedo de material perfilado con 5 cm de espesor. • Capa de material de perfilado humedecido con riego de agua y compactado. • No se mezcla o estabiliza la capa de material perfilado con emulsión asfáltica. • Se coloca un sello superficial de emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) con una tasa de aplicación aproximada de 1 l/m². • Se coloca material de secado o polvo de piedra para abrir el paso al tránsito y evitar exudación. • Finalmente, la Administración decide realizar un sello superficial adicional de refuerzo con emulsión asfáltica.
Capa de material de perfilado estabilizado en sitio con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) con sello superficial	Tramo 2 Estacionamiento 3+890 a 7+610	<ul style="list-style-type: none"> • Capa de 10 cm de subbase granular E Caso 2 (según Enmienda 1). • Capa de 10 cm de base granular, que se mejoró con cemento en una dosificación de 60 kg/m³, en algunos tramos con alta pendiente longitudinal. • Capa de material perfilado de espesor aproximado de 5 cm. • Se humedece el material de perfilado y se estabiliza en sitio con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) con una dosificación aproximada de 1,5 l/m². • Se coloca un sello superficial de emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) con una tasa de aplicación aproximada de 1 l/m². • Se coloca material de secado o polvo de piedra para abrir el paso al tránsito y evitar exudación.



Ante la consulta del Equipo Auditor sobre la razón por la cual se realizaron dos tramos con diferente tipo de aplicación del material de perfilado y sobre cómo se definió el estacionamiento de cada tramo, en el oficio AV(4-1)-2020-187 del 03 de abril de 2020, el Ingeniero de Proyecto indicó lo siguiente textualmente:

“El proyecto aún no ha finalizado, la Administración en conjunto con el contratista ha acordado realizar un tercer riego de reforzamiento en el tramo inicialmente realizado tratando de dar un tratamiento homogéneo en todo el proyecto. Cabe destacar que el comportamiento de este trabajo de sello de preservación depende de muchos factores, como por ejemplo la procedencia del material de perfilado -como se indicó en líneas arriba-

La definición del orden en que se construyó el sello de preservación no fue antojadiza, se hizo en función de la ubicación del apilamiento principal del material de perfilado, esto para evitar sobrecargar todo el proyecto con las vagonetas que transportaban el material.”

El Equipo Auditor coincide con lo indicado por el Ingeniero de Proyecto, respecto de que el material de perfilado puede presentar características variables, dependiendo de la ruta de la cual fue extraído, método de perfilado, antigüedad de la capa asfáltica perfilada, tipo de agregado original, contenido de asfalto de la mezcla asfáltica original y otros. Precisamente, esto genera la necesidad de realizar una caracterización básica del material de perfilado para conocer aspectos básicos sobre su comportamiento como plasticidad, granulometría, contenido de humedad óptimo, densidad máxima, contenido de asfalto y otros que sirvan de referencia para realizar el diseño de mezcla de la estabilización con emulsión asfáltica y para el control de calidad correspondiente. El Equipo Auditor señaló esto mismo en una auditoría previa, donde se realizaron trabajos similares recientemente en la Zona 4-1, específicamente en el Informe de Auditoría Técnica: LM-AT-91-2019 Fiscalización contrato de la Red Vial Nacional de Lastre Zona 4-1: Ruta Nacional 334 (SC 11043 y 11050) 2018LA-000017-0006000001.

El Equipo Auditor considera como una práctica de ingeniería correcta, planificar el tránsito de los camiones de acarreo durante el proceso constructivo para evitar que dañen los trabajos realizados, sin embargo el tipo de colocación de la capa de material de perfilado, en cuanto a espesores, dosificación de emulsión asfáltica y proceso de estabilización, debe ser definido sobre la base de una caracterización del trazado del camino y sus características (pendientes longitudinales, curvas cerradas, zonas de erosión pluvial y otros), así como por un diseño de mezcla definido en el laboratorio para la estabilización del material. Posteriormente, la secuencia del proceso constructivo debería adaptarse a las circunstancias relacionadas con la logística y el suministro de los recursos, como en este caso: la ubicación de los apilamientos del material de perfilado.



De acuerdo con lo anterior, el Equipo Auditor realizó el ejercicio de graficar el trazado del camino para estimar su perfil, como se muestra en la Figura 29. Se puede observar que todo el camino presenta un alineamiento horizontal con curvas de radio variables y tramos rectos, mientras que el alineamiento vertical del Tramo 1 presenta secciones con mayores pendientes y más largas que el Tramo 2, donde se observan columpios frecuentes, pero más cortos. Este análisis indica que las características de la ruta en el Tramo 1, justifican la estabilización de la capa de material de perfilado, de igual forma que se realizó en el Tramo 2.

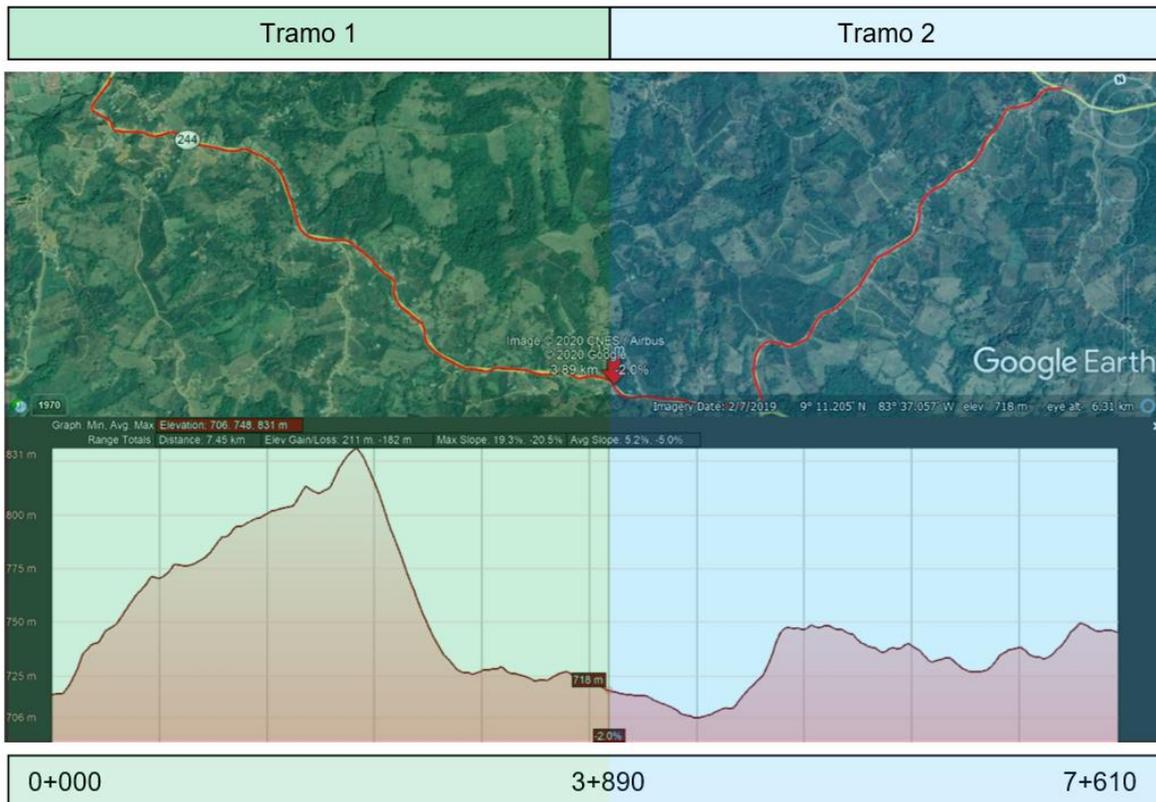


Figura 29. Planta y perfil estimados de la RN.329
Fuente: Adaptado de Google Earth.

3. Sobre la caracterización del material de perfilado

El Equipo Auditor observó que el material perfilado de mezcla asfáltica utilizado en la Ruta Nacional 329, no fue caracterizado en el laboratorio ni seleccionado en sitio para corregir la presencia de sobre tamaños o falta de finos.

Así lo confirmó el Ingeniero de Proyecto en el oficio AV(4-1)-2020-187 del 03 de abril de 2020, ante la consulta del Equipo Auditor sobre si el CONAVI o Administrador Vial realizó alguna caracterización de laboratorio del material de perfilado, por ejemplo si se tiene el dato de contenido de humedad óptimo y densidad máxima para controlar la compactación, ante lo que indicó textualmente:



“En relación a su consulta, el material perfilado no es caracterizado ni las propiedades indicadas son conocidas.

Cabe destacar que- de la misma manera que se ha indicado en otros informes- el material de perfilado acarreado a estos proyectos proviene de diferentes rutas nacionales y en lapsos completamente diferentes.

Por ejemplo, para el proyecto de referencia se cuenta con material producto del perfilado proveniente de la Ruta Nacional 2 Sección de control” 10010 (La Ese (Escuela)-San Isidro de El General(R.243)) y 10001 (Juntas de Pacuar (R. 244)-Lte.Prov. San José/Puntarenas(R. Covento)); así como de la Ruta Nacional 244 Sección de control 10832 (Mollejones de Platanares (R.329)-Pejibaye de Pérez Zeledón(R.330)(Iglesia)).”

Lo anterior puede generar dificultades durante el proceso constructivo en las labores de homogenización, compactación y estabilización del material de perfilado con emulsión asfáltica, ya que pueden existir grumos o sobretamaños que al no ser retirados generan segregación, zonas que no quedan bien compactadas o donde se distribuye de forma heterogénea la emulsión asfáltica. Esto podría generar desprendimientos durante la operación de la vía, ya sea por la abrasión del tránsito vehicular o daño por humedad, cuando se presenten las lluvias.

Además, no se cuenta con los parámetros de referencia básicos del laboratorio, de contenido de humedad óptimo para compactación y densidad máxima. Esto fue confirmado por el Ingeniero de proyecto en oficio AV(4-1)-2020-187 del 03 de abril de 2020, ante la consulta del Equipo Auditor respecto de si cuentan con el contenido de humedad y grado de compactación de la capa de perfilado, a lo que respondió textualmente:

“Para un material tan heterogéneo y con diferentes lapsos de apilamiento, no se dispone de una caracterización de referencia que dicte datos como porcentajes de humedad óptimos.”

La falta de ensayos de caracterización básica del material de perfilado hace que el proceso de homogenización y compactación, tanto del Tramo 1 (donde no se mezcló el perfilado con emulsión asfáltica), como del Tramo 2 (donde se estabilizó con emulsión asfáltica), se realice principalmente de acuerdo con el criterio práctico del personal de construcción e ingeniería del proyecto, ya que no se cuenta con los datos de referencia básicos de contenido de humedad óptimo y densidad máxima objetivo verificables por medio de ensayos de campo para control de calidad.



4 Sobre la ausencia de diseño de laboratorio para la estabilización en sitio del material de perfilado de mezcla asfáltica con emulsión asfáltica de rompimiento lento

La utilización de material de perfilado de mezcla asfáltica como capa de ruedo en la Ruta Nacional 329, se realizó sin contar la caracterización básica, ni diseño de laboratorio para la estabilización con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h). En su lugar, se aplicó una fórmula de trabajo, de acuerdo con el criterio general de la Administración y la experiencia de actividades similares realizadas en otras rutas nacionales de lastre.

Según lo indicado en la Tabla 4, el proceso de estabilización en sitio del material perfilado de mezcla asfáltica se realizó sólo en el Tramo 2 de la Ruta Nacional No. 329, donde se utilizó una tasa de aplicación de 1,5 l/m² de emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h), para una capa de material de espesor de aproximadamente 5 cm. Además, se colocó un sello superficial de impermeabilización de emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), con una tasa de aplicación de 1,0 l/m² y material de secado.

Dado que la Administración no cuenta con un registro técnico sobre las características físicas (granulometría, contenido de asfalto) y la dosificación óptima de emulsión asfáltica requerida para estabilizar el material de perfilado con emulsión asfáltica en la RN. 329, el Equipo Auditor decidió solicitarle al Laboratorio de Técnicas de Preservación y Estabilización del LanammeUCR que tomara una muestra y realizar una verificación sobre las características básicas del material y la dosificación de emulsión asfáltica de rompimiento lento que cumple con los parámetros de diseño generalmente utilizados en este tipo de materiales.

La muestra de material de perfilado de la RN.329, se caracterizó en el laboratorio del LanammeUCR y se elaboraron especímenes de prueba estabilizados en el laboratorio con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), para evaluar el recubrimiento y adherencia entre el agregado y la emulsión, así como la resistencia a la tensión indirecta y el daño por humedad.

Se utilizó como referencia el Manual de Reciclado en Frío de la Compañía Wirtgen (*Cold recycling manual Wirtgen, 2017*), en el que se establecen las recomendaciones y especificaciones asociadas al diseño y construcción de materiales granulares estabilizados con asfalto espumado o emulsión asfáltica y se comparó los resultados obtenidos, respecto la Clase 2, que corresponde a una categoría de vías con tránsito menor a 3 millones de Ejes Equivalentes de Diseño. Los resultados del trabajo realizado en el laboratorio se resumen en la Tabla 5 y Tabla 6. Los informes de laboratorio se adjuntan al presente informe de la siguiente manera:

- Informe de laboratorio I-0258-2020: contenido de agua en mezcla asfáltica por destilación, granulometría del agregado extraído de la mezcla y extracción cuantitativa de ligante asfáltico.
- Informe de laboratorio I-0261-2020: Verificación de dosificación de emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) para estabilizar el material perfilado de mezcla asfáltica utilizado en la Ruta Nacional 329.



Tabla 5. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio del material de perfilado tomado de la RN. 329.

Resultados de ensayos de laboratorio	Muestra de material perfilado de mezcla asfáltica de la RN.329
Contenido de asfalto por destilación del RAP	5,98%
Contenido de humedad óptimo	8,4%
Contenido de fluidos totales	10,4%
Densidad máxima seca	1945,6 kg/m ³

Fuente: Informes de laboratorio I-0258-2020 y I-0261-2020, LanammeUCR (2020)

Tabla 6. Resumen de resultados de la estabilización del material de perfilado tomado de la RN. 329 con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) realizada en el laboratorio.

Resultados de ensayos de laboratorio	Material perfilado de mezcla asfáltica de RN.329 estabilizado con emulsión CSS-1h + 1% cemento	Especificación de Manual Wirtgen 2017 para material perfilado estabilizado con emulsión asfáltica. Clase 2 < 3 millones ESALs	Cumplimiento
Recubrimiento promedio	96%	≥ 60%	Sí
Adherencia promedio	78%	≥ 60%	Sí
Resistencia a la tensión indirecta ITS promedio (sin acondicionamiento)	181,3 kPa	125-225 Kpa	Sí
Resistencia a la tensión indirecta ITS promedio (acondicionamiento 25°C)	144,6 kPa	50-100 Kpa	Sí
Resistencia a la tensión indirecta ITS promedio (humedad equilibrio)	71,1 kPa	95-175 Kpa	No
Resistencia retenida al daño por humedad TSR promedio	79,80%	≥ 60%	Sí

Fuente: Informes de laboratorio I-0258-2020 y I-0261-2020, LanammeUCR (2020)



Los comentarios sobre los resultados mostrados en la Tabla 5 y Tabla 6 son los siguientes:

a) Sobre la caracterización del material de perfilado de mezcla asfáltica utilizado en la RN. 329:

Los ensayos de granulometría realizados en el LanammeUCR indican que la muestra de material de perfilado utilizado en la RN. 329, es más fina de lo requerido entre las mallas 1/4" (6,3mm) y 1/2" (12,5mm) y le falta contenido de finos entre las mallas No.16 (1,18mm) y No.50 (0,3mm). En ambos casos, la comparación se realiza respecto a la granulometría recomendada por el Manual Wirtgen para estabilización de material perfilado de mezcla asfáltica (RAP) con emulsión asfáltica, como se muestra en la Figura 30. Esto podría ocurrir porque la fuente del material de perfilado es más fina o con una leve segregación, ya sea en el apilamiento, transporte o colocación del material.

Lo anterior se podría corregir homogenizando el material en el apilamiento o colocación y el aporte de una baja proporción de agregado fino (arena o polvo de piedra) para contribuir a la formación de la pasta durante la estabilización con emulsión asfáltica de rompimiento lento. La falta de fracción fina en los materiales recuperados de mezcla asfáltica estabilizados con emulsión asfáltica puede volverlos susceptibles a deformación permanente ante las cargas del tránsito vehicular y daño por humedad.

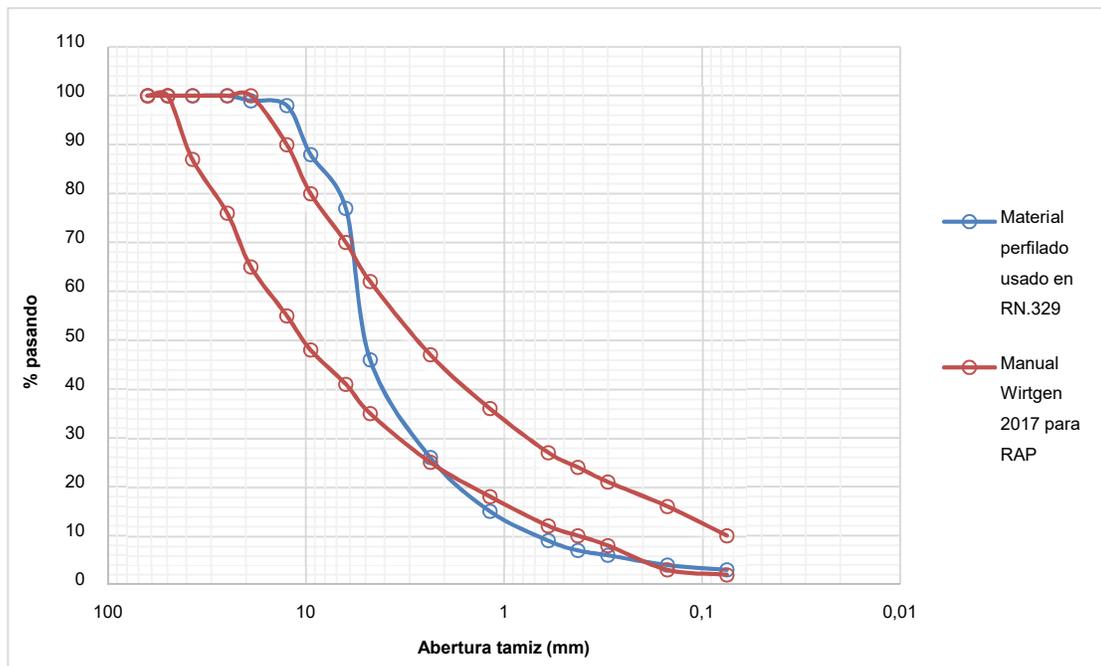


Figura 30. Análisis de granulometría del material perfilado utilizado en la RN.329.
Fuente: LanammeUCR.



b) Sobre la afinidad entre el material perfilado utilizado en la RN.329 con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) y la función del relleno mineral:

El recubrimiento y adherencia que se obtuvieron en los ensayos de laboratorio, para la mezcla de emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) y el material perfilado utilizado en la Ruta Nacional 329, fue de 94% y 76% respectivamente. Como se muestra en la Tabla 6, en ambos casos se cumple con el mínimo de 60% recomendado por el Manual de Wirtgen. Adicionalmente, se ensayó una mezcla de agregado y emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) con 1% de relleno mineral (cemento hidráulico), en las cuales se observó un aumento de 2%, tanto para el recubrimiento como para la adherencia. Esto evidencia el aporte que podría tener una baja dosificación de cemento para contribuir a la resistencia al daño por humedad en este tipo de material, sobre todo si queda expuesto al clima.

En la Figura 31, se puede observar que el material perfilado que se mezcló solamente con la emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), presenta una leve apariencia más clara que el material perfilado al cuál se le agregó 1% de cemento. Esto ocurre tanto para el ensayo de recubrimiento como para el de adherencia, luego de ser condicionado a humedad y temperatura.

Propiedad de afinidad	Contenido de asfalto residual	
	a) 2% asfalto (emulsión CSS-1h)	b) 2% asfalto (emulsión CSS-1h) + 1% cemento
Recubrimiento		
	94%	96%
Adherencia		
	76%	78%

Figura 31. Ensayos de recubrimiento y adherencia del material perfilado de mezcla asfáltica estabilizado con emulsión asfáltica (CSS-1h) de la RN.329.

Fuente: LanammeUCR.

c) Sobre la resistencia del material perfilado de mezcla asfáltica, estabilizado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h):

Los especímenes elaborados con el material de perfilado de la RN.329 estabilizado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) en una dosificación de 2% de asfalto residual y 1% de cemento, cumplen con los parámetros de resistencia a la tensión indirecta (ITS) en condiciones secas, húmedas y la resistencia retenida al daño por humedad (TSR) mínima de 60%. Sin embargo, no se cumple con la resistencia indirecta (ITS) en humedad de equilibrio especificada por el Manual Wirtgen, como se muestra en la Tabla 6.

Esto puede ocurrir debido a que el condicionamiento al que se somete el espécimen de prueba en la humedad de equilibrio es más crítico. En el ensayo, no se le permite al material llegar a un curado completo, por lo que es más difícil que la emulsión rompa para



generar cohesión entre las partículas del agregado y el asfalto. Esto evidencia la importancia de dar un tiempo de curado a la capa estabilizada, antes de permitir el tránsito vehicular, para que el material pierda la humedad agregada por riego y la que contiene la emulsión asfáltica, de esta manera se podrá generar una efectiva cohesión entre las partículas del material de perfilado y el asfalto.

d) Sobre el diseño de mezcla y la resistencia del material perfilado estabilizado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h):

El proceso de análisis del material perfilado de mezcla asfáltica estabilizado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), permitió identificar que el contenido óptimo de asfalto residual es de 2%, junto con relleno mineral activo de 1% de cemento hidráulico. Sin embargo, en el proceso de estabilización en sitio del material de perfilado en la RN.329, se utilizó una tasa de aplicación de emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) de 1,5 l/m², lo cual equivale a un contenido de asfalto residual de 1,03 %, que es inferior a lo estimado en el laboratorio. Además, no se está aplicando cemento ni corrección de la granulometría del material de perfilado que ya se mencionó.

El contenido de asfalto aplicado en la RN.329 es inferior al óptimo estimado en la verificación del laboratorio del LanammeUCR, por lo que la capa de material estabilizado con emulsión de rompimiento lento puede ser susceptible a desprendimientos por el tránsito vehicular y daño por humedad, principalmente durante la época lluviosa en el Tramo 2. El Tramo 1 será por lo tanto más susceptible al daño por humedad, debido a que el material de perfilado no fue estabilizado con emulsión asfáltica.

4. Sobre el uso de emulsión de rompimiento lento (CSS-1h)

El Equipo Auditor observó que en la RN. 329 se utilizó emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) para la estabilización de la capa de material perfilado del Tramo 2 lo cual se considera como una práctica correcta, de acuerdo con las mejores prácticas de ingeniería y en sintonía con lo que el LanammeUCR ha recomendado en auditorías previas en rutas similares. Esto favorece el proceso constructivo ya que promueve un mayor recubrimiento de las partículas del material estabilizado con emulsión asfáltica durante el proceso de homogenización y mezcla en sitio, antes de que se presente el rompimiento como se observa en la Figura 32, donde es claro el color café de la emulsión durante las actividades de distribución, mezcla y homogenización de la capa de material perfilado con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h).



(a) Distribución de emulsión asfáltica



(b) Mezcla y homogenización

Figura 32. Proceso de estabilización in sitio del material de perfilado con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h).

Fuente: Fotografías facilitadas por la Ingeniería de Proyecto (Febrero, 2020).

De acuerdo con lo observado en otras rutas donde se han realizado intervenciones similares y resultados de ensayos de laboratorio realizados en el LanammeUCR, el Equipo Auditor considera que la calidad y durabilidad del sello superficial de 1,0 l/m² puede influir en gran medida, en la estabilidad y durabilidad de la capa de material perfilado de mezcla asfáltica estabilizado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h). El sello superficial tiene la función de impermeabilizar la capa de material de perfilado y una vez que este se desgasta o agrieta, permite el ingreso de humedad a la capa de material perfilado inferior, que en caso de contener una baja dosificación de emulsión (como el Tramo 2) o sin emulsión (como el Tramo 1), puede ser susceptible a presentar desprendimientos y formar huecos, por una o varias de las siguientes razones:

- No se logró alcanzar buen recubrimiento durante el proceso de estabilización in sitio debido al método y maquinaria utilizada o por el uso de emulsión de rompimiento rápido (que no es el caso de la RN.329 puesto que es este caso se utilizó emulsión de rompimiento lento).
- El material granular presenta sobretamaños, falta de fracción fina para formar la pasta o mayor contenido de finos plásticos que es lo recomendado para ser estabilizado in sitio con emulsión asfáltica.
- Se aplicó una dosificación de emulsión inferior a la óptima, como en el Tramo 2 de la RN.329.
- El material de perfilado se colocó sin ser estabilizado con emulsión asfáltica, como en el Tramo 1 de la RN.329.
- La granulometría del material de secado, que contiene una fracción fina puede provocar que el sello superficial de emulsión asfáltica aplicado con una tasa de 1,0 l/m², se vuelva muy rígido y por lo tanto susceptible a agrietarse ante las cargas del tránsito. Ante esto se podría explorar la posibilidad de colocar un Tratamiento



Superficial Asfáltico Simple, con agregado limpio y de granulometría uniforme que permita impermeabilizar la capa de material de perfilado y tener mayor durabilidad.

En resumen, se puede interpretar de lo anterior, que:

- El material de perfilado utilizado en la RN. 329 es más fino de lo requerido entre los tamices de 12,5mm y 6,3mm, pero contiene menor fracción fina de lo requerido, entre los tamices No.16 y No.50. Esto puede generar una menor formación de pasta en el material estabilizado y por lo tanto ser susceptible a la deformación permanente y daño por humedad.
- En el Tramo 1 (Estación 0+000 a 3+890) de la RN. 329 se colocó una superficie de ruedo de material de perfilado de mezcla asfáltica de 5 cm sin estabilizar con un sello superficial de emulsión asfáltica (1 l/m²) con material de secado, posteriormente se colocó un sello adicional de refuerzo.
- En el Tramo 2 (Estación 3+890 a la 7+610), se colocó una capa de material de perfilado de aproximadamente 5 cm de espesor, que se estabilizó con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) con una tasa de aplicación de aproximadamente 1,5 l/m² que equivale a un contenido de asfalto residual de cercano a 1,03 %. Esta tasa de aplicación fue definida sin contar con un diseño de laboratorio.
- El material de perfilado utilizado en la RN.329 no fue caracterizado en el laboratorio para establecer los parámetros básicos de contenido de humedad y densidad máxima seca, que son utilizados como referencia normalmente para el control de calidad del proceso de compactación.
- El LanammeUCR tomó una muestra en la RN.329 y realizó una serie de ensayos de laboratorio, cuyos resultados indican que el contenido de asfalto residual óptimo para estabilizar el material de perfilado con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) es de 2% con una adición de 1% de cemento para contribuir a reducir el daño por humedad.
- El Equipo Auditor considera que el uso del material de perfilado sin estabilizar o la aplicación de una baja dosificación de emulsión asfáltica de rompimiento lento, como en el caso de la RN.329, puede generar una capa de ruedo susceptible al daño por humedad en el corto plazo.
- El Equipo Auditor considera que el sello superficial de emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) con tasa de aplicación de 1 l/m² (que en el caso del tramo 1 posteriormente fue reforzado con más emulsión) y material de secado es una capa delgada que puede volverse rígida y desgastarse o agrietarse por las cargas del tránsito o el clima, lo que permite el ingreso de humedad hacia la capa inferior de material de perfilado, que si no es estabilizada o al ser estabilizada con una baja dosificación de emulsión, puede ser susceptible al daño por humedad y generar desprendimientos y erosión pluvial, principalmente durante la época lluviosa.



OBSERVACIÓN 4: SE OBSERVARON DIFERENTES ACABADOS DEL SELLO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE RUEDO DE MATERIAL PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA, DEFECTOS LEVES Y MATERIAL DE SECADO REMANENTE SIN BARRER

El día 28 de abril de 2020, durante la visita técnica realizada a la RN. 329, el Equipo Auditor observó que el sello superficial de la capa de material de perfilado presentaba diferentes acabados a lo largo del trazado del camino. Se identificaron cuatro tramos con diferente textura superficial, lo que se describe en la Tabla 7 y se muestra en las siguientes fotografías.

Como ya se mencionó, el Equipo Auditor considera que la calidad del sello superficial de 1 l/m² de emulsión asfáltica, influye directamente en la durabilidad de la capa de material de perfilado, por lo que es importante mantener un acabado uniforme a lo largo del trazado del proyecto para evitar zonas susceptibles a deterioros. La existencia de diferentes acabados o texturas del sello superficial en la capa de material perfilado colocada en la RN.329, evidencia la necesidad de contar con especificaciones claramente establecidas en el Documento de Requerimientos o cartel, para controlar la ejecución del proyecto y evitar que se apliquen procesos diferentes que posteriormente puedan conducir a desempeños variables.

El Equipo Auditor recomienda a la Administración explorar la posibilidad de colocar un Tratamiento Superficial Asfáltico Simple (TS1) como sello de impermeabilización. En este caso se utilizaría un agregado de granulometría uniforme y limpio, que favorece la adhesión con la emulsión asfáltica y por lo tanto la durabilidad en condiciones de humedad.

Adicionalmente, el Equipo Auditor observó que el material de secado que se coloca sobre el sello superficial para absorber el exceso de emulsión asfáltica y permitir la apertura al tránsito vehicular, se mantenía sin ser retirado en los Tramos B y C, lo que dificulta la observación de defectos constructivos, genera polvo, conserva humedad en la superficie luego de las lluvias y obstaculiza el drenaje pluvial desde la calzada hacia las cunetas.



Tabla 7. Acabado final del sello superficial a lo largo de la RN.329.

Tramo	Estacionamiento	Descripción
A	0+000 - 0+845	<ul style="list-style-type: none"> • Tramo donde se observa una superficie sellada, desgastada en las huellas y algunos defectos leves como se observa en la Figura 33. • Se observan desgaste del sello en las huellas del tránsito vehicular y curvas. • En las zonas desgastadas se observa que se ha perdido parte del recubrimiento de asfalto, lo que deja expuestas las partículas más gruesas del material de secado. • Entre las huellas del tránsito se observa una superficie apariencia lisa y sellada por la adhesión entre las partículas finas del material de secado y el asfalto. • Se observan algunos defectos en el sello superficial, como desprendimientos, exudación leve, desprendimientos leves o huecos pequeños como se muestra en la Figura 34 • En este tramo se retiró el material de secado.
B	0+845 - 3+500	<ul style="list-style-type: none"> • Tramo donde se observa material de secado sin retirar de la superficie, como se observa en la Figura 35. • Se observa la acumulación de material de secado en los lados de la calzada, el cual puede ser arrastrado por la escorrentía pluvial hacia las cunetas y pasos de alcantarilla. • El material de secado que permanece en la superficie, impide observar defectos del sello superficial como los desprendimientos o huecos leves que se muestran en la Figura 36. • En este tramo fue donde más recientemente (principios de abril) se colocó un sello de refuerzo con emulsión.
C	3+500 - 6+260	<ul style="list-style-type: none"> • Tramo donde se observa una superficie sellada, donde las partículas finas del material de secado se han adherido al asfalto generando una textura lisa, como se muestra en la Figura 37. • En este tramo también se observó la permanencia del material de secado sobre el sello superficial. • El material de secado que se acumula a los lados de la calzada, se convierte en una barrera para el drenaje pluvial hacia las cunetas y retiene humedad sobre los hombros del camino. • En los sitios donde el material de secado ha sido desplazado por el tránsito vehicular, se observaron algunos desprendimientos leves, como los que se muestran en la Figura 38.
D	6+260 - 7+610	<ul style="list-style-type: none"> • Tramo donde se observa una textura áspera del sello superficial, donde se presentan expuestas las partículas gruesas del material de secado, como se muestra en la Figura 39. • Se observan desprendimientos leves que se extienden de forma longitudinal, como se muestra en la Figura 40.

Fuente: LanammeUCR.



Textura lisa entre las huellas del tránsito

Zona desgastada por abrasión del tránsito



Figura 33. Acabado final del sello superficial de la capa de perfilado (Tramo A).

Ubicación: Sobre la Ruta 329, km 0+445 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 34. Desprendimientos leves en la junta longitudinal del sello superficial (Tramo A).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km 0+700 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Estación 0+845

Estación 0+960



Estación 0+945

Estación 0+945

Figura 35. Material de secado sin retirar sobre el sello superficial (Tramo B).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 0+845 a 0+960 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 36. Hueco leve que no se observa por el material de secado sin retirar (Tramo B).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 0+945 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 37. Sello superficial con textura lisa y material de secado sin retirar (Tramo C).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 3+790 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 38. Desprendimientos y huecos leves en el sello superficial (Tramo C).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 4+687 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 39. Textura áspera en el sello superficial (Tramo D).
Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 6+650 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.



Figura 40. Desprendimientos leves en el sello superficial (Tramo D).

Ubicación: Sobre la Ruta 329, km de 6+650 desde Entrada Principal a San Rafael de Platanares, Sección de control 10852: San Rafael de Platanares (Entrada Principal)-Las Mesas (R.244) Fecha 28 de abril de 2020. Fuente: UAT-LanammeUCR.

Sobre la maquinaria utilizada en el proyecto:

OBSERVACIÓN 5: SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN CUANTO A LA MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROYECTO

La presente observación se basa en la revisión de la documentación cartelaria que respalda las labores realizadas en la ruta nacional 329, órdenes de servicio realizadas en el desarrollo del proyecto, así como las visitas de campo realizadas por el Equipo Auditor, donde se evidenciaron oportunidades de mejora en relación con la maquinaria utilizada para la estabilización del material de perfilado y realización de riego de emulsión.

En cuanto a la estabilización del material de perfilado ubicado en el tramo 2 del proyecto se evidenció el uso de una motoniveladora articulada para realizar las actividades de extendido, mezclado, homogenización y conformación del material de perfilado con la emulsión asfáltica de rompimiento lento. La incorporación de este equipo para el proceso constructivo de la capa de rueda fue autorizada por la Administración mediante la orden de servicio número 5.

Sobre este aspecto, es criterio del Equipo Auditor, que el uso de motoniveladora para realizar el mezclado y homogenización del material de perfilado con la emulsión asfáltica dificulta el control de espesores de la capa estabilizada, situación que se vuelve más crítica en este proyecto donde no se incorporó el elemento de topografía. De modo que, este control de espesores y la suficiencia del mezclado que permita garantizar que todo el material de perfilado quedó igualmente recubierto por emulsión queda supeditado a la experiencia del operario de la motoniveladora, situación que hace probable que existan áreas con un menor recubrimiento de emulsión y por ende sean más susceptibles al deterioro. Lo anterior, pese a que en este



proyecto se incorporó el uso de emulsión de rompimiento lento, que se considera un aspecto positivo, pues dicha emulsión le da una mayor ventana temporal al operario de la niveladora para homogenizar el material de perfilado con la emulsión.

El uso de otros equipos, como una recuperadora de caminos, que incluso fue considerada por el contratista en su oferta de maquinaria, pudo ser una mejor alternativa, desde el punto de vista técnico, para la estabilización de este material de perfilado, por medio de la orden de servicio número 5.

Como antecedente a esta situación, en el informe LM-AT-91-2019 *Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre Zona 4-1: Ruta Nacional 334 (SC 11043 y 11050) 2018LA-000017-0006000001*, presentado el 17 de enero de 2020, ya se había señalado un aspecto similar en una intervención de este tipo realizada en la ruta nacional 334, donde la Administración señaló lo siguiente en su descargo:

En relación con el uso de horas de recuperadora, lo cual estaba previsto inicialmente en el cartel de licitación no se omite indicar que hubiese sido lo más favorable para la construcción del sello de preservación sin embargo por un asunto de costos se decidió hacer uso de motoniveladora, ya que también se debía utilizar para la conformación y no solo para el conformado.

Fuente: CONAVI, 2020

De este modo, la Administración reconoce que el uso de recuperadora para la ejecución de este tipo trabajos es lo más favorable, sin embargo, por un asunto de costos se ha decidido en otros proyectos de similares características el uso de motoniveladora. Por lo tanto, se sugiere que para contrataciones futuras y de similar naturaleza se considere, desde la creación del cartel de licitación, la importancia del uso de la recuperadora en el mezclado y la homogenización de todos los materiales que vayan a ser estabilizados en el proyecto, teniendo en cuenta que el costo adicional que podría representar el uso de esta maquinaria se va a reflejar en un mejor desempeño a futuro de la carretera y por ende menores costos de mantenimiento y operación.

En cuanto a la maquinaria empleada para la realización del riego de emulsión se observó el uso de un distribuidor de emulsión que consistía en un camión pesado articulado, cuyas dimensiones y peso no se consideran, por parte del Equipo Auditor, aptas para el desarrollo del proyecto evaluado.



Figura 41. Distribuidor de emulsión utilizado en el proyecto

Las dimensiones del distribuidor y el hecho de que sea un camión articulado pueden provocar que el operario de dicha maquinaria no tenga el control suficiente sobre el proceso de distribución de la emulsión, especialmente en curvas horizontales, de modo que, aumenta el riesgo de que el riego no sea uniforme y complica el proceso de colocación de emulsión en sobre anchos.

Por otra parte, en cuanto al peso del distribuidor, y especialmente en este tipo de rutas de bajo volumen de tránsito, se recomienda reducir al máximo el uso de vehículos pesados articulados, ya que podrían causar deterioros prematuros al proyecto construido. De este modo, se recomienda que para la actividad “Sello de cura de emulsión asfáltica” se especifique con mayor detalle las características del distribuidor a utilizar (indicado un modelo de equipo requerido o su similar), de modo que ese se adapte de mejor manera a las condiciones del proyecto. Esto puede facilitar posteriormente el proceso de inspección y se reduce el riesgo de lidiar con no conformidades en el acabado del sello que podrían achacarse en parte a las características del equipo utilizado.



Sobre la gestión del proyecto en los trabajos de atención a la ruta nacional 329:

HALLAZGO 2: SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON LA CANTIDAD DE VISITAS MÍNIMAS ANOTADAS EN BITÁCORA POR EL PERSONAL APORTADO POR EL CONTRATISTA

El presente hallazgo se basa en la revisión de las bitácoras del proyecto de atención a la ruta nacional 329, donde se evidenciaron incumplimientos en relación con la cantidad de visitas mínimas anotadas en bitácora por el personal aportado por la empresa contratista según el cartel de licitación, entre los meses de agosto de 2019 y abril de 2020.

El Equipo Auditor realizó una compilación del registro de visitas de los profesionales responsables del contrato mediante las anotaciones realizadas en las bitácoras M40517 y M40513 correspondientes al proyecto 2018LA-000020-0006000001, las cuales se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Registro de visitas en bitácora realizados por los profesionales responsables del proyecto de atención de la ruta Nacional 339

Semana	Director de Proyecto Juan Andrés Loría Jara	Ing. Residente David Sánchez Núñez
Semana 1 (de 03/08/2019 a 09/08/2019)	0	2
Semana 2 (de 10/08/2019 a 16/08/2019)	0	1
Semana 3 (de 17/08/2019 a 23/08/2019)	1	1
Semana 4 (de 24/08/2019 a 30/08/2019)	0	3
Semana 5 (de 31/08/2019 a 06/09/2019)	0	3
Semana 6 (de 07/09/2019 a 13/09/2019)	0	3
Semana 7 (de 14/09/2019 a 20/09/2019)	0	2
Semana 8 (de 21/09/2019 a 27/09/2019)	1	4
Semana 9 (de 28/09/2019 a 04/10/2019)	1	2
Semana 10 (de 05/10/2019 a 11/10/2019)	1	1
Semana 11 (de 12/10/2019 a 18/10/2019)	1	1
Semana 12 (de 19/10/2019 a 25/10/2019)	1	4
Semana 13 (de 26/10/2019 a 01/11/2019)	1	1
Semana 14 (de 02/11/2019 a 08/11/2019)	1	1
Semana 15 (de 09/11/2019 a 15/11/2019)	1	1
Semana 16 (de 16/11/2019 a 22/11/2019)	1	1



Semana	Director de Proyecto Juan Andrés Loría Jara	Ing. Residente David Sánchez Núñez
Semana 17 (de 23/11/2019 a 29/11/2019)	0	1
Semana 18 (de 30/11/2019 a 06/12/2019)	1	1
Semana 19 (de 07/12/2019 a 13/12/2019)	1	1
Semana 20 (de 14/12/2019 a 20/12/2019)	0	1
Semana 23 (de 04/01/2020 a 10/01/2020)	1	1
Semana 24 (de 11/01/2020 a 17/01/2020)	0	2
Semana 25 (de 18/01/2020 a 24/01/2020)	-	2
Semana 26 (de 25/01/2020 a 31/01/2020)	-	2
Semana 27 (de 01/02/2020 a 07/02/2020)	-	1
Semana 28 (de 08/02/2020 a 14/02/2020)	-	2
Semana 29 (de 15/02/2020 a 21/02/2020)	-	2
Semana 30 (de 22/02/2020 a 28/02/2020)	-	2
Semana 31 (de 29/02/2020 a 06/03/2020)	-	2
Semana 32 (de 07/03/2020 a 13/03/2020)	-	2
Semana 33 (de 14/03/2020 a 20/03/2020)	-	2
Semana 34 (de 21/03/2020 a 27/03/2020)	-	1
Semana 35 (de 28/03/2020 a 03/04/2020)	-	2
Semana 36 (de 04/04/2020 a 10/04/2020)	-	1
Semana 37 (de 11/04/2020 a 17/04/2020)	-	1
Semana 38 (de 18/04/2020 a 24/04/2020)	-	2
Total de visitas realizadas	13	62

El registro de anotaciones en bitácora permitió identificar la firma de 2 profesionales de la empresa contratista involucrados en el proceso de ejecución del proyecto, el ingeniero Juan Andrés Loría Jara como Director Técnico y el ingeniero David Sánchez Núñez como ingeniero residente. Adicionalmente, se debe aclarar que, según el oficio GCSV-92-2020-0057, a partir del 17 de enero de 2020 el Ing. David Sánchez Núñez asume ambos cargos (Ing. Residente y Director Técnico).



En relación con la cantidad de visitas mínimas de los profesionales responsables el cartel de licitación en la sección 28, apartado “Obligaciones del personal del contratista” establece que:

*El director técnico **deberá realizar como mínimo 1 (una) visita por semana para inspecciones al proyecto** y es quién asume la responsabilidad profesional del mismo.*

*El ingeniero residente **deberá realizar como mínimo 3 (tres) visitas por semana para inspecciones al proyecto** y permanecer el tiempo necesario para la correcta supervisión de las obras en coordinación con la unidad supervisora del contrato.*

Por lo tanto, tomando en cuenta la información expuesta en la Tabla 8 y el hecho de que a partir del 17 de enero de 2020 el Ing. David Sánchez Núñez asume ambos cargos (Ing Residente y Director Técnico), se evidenció un incumplimiento en el registro de visitas realizadas por los ingenieros Andrés Loría y David Sánchez. Específicamente, en el caso del Ing. Andrés Loría se observó un incumplimiento en 11 de las 24 semanas registradas mientras que en el caso del Ing. David Sánchez se observó un incumplimiento en 33 de las 38 semanas registradas.

Sobre esto, un aspecto que llama la atención del Equipo Auditor es que la Administración no haya realizado ninguna multa a la empresa contratista, de acuerdo con el apartado 32 del contrato “Sanciones” que establece multas por el no cumplimiento de visitas al sitio por parte del ingeniero residente como por parte del director de proyecto y que estas visitas deben ser corroboradas contra anotaciones en el cuaderno de bitácora.

Situaciones e incumplimientos similares al evidenciado en el presente hallazgo, en relación con la cantidad de visitas registradas por el personal de contratista, también fueron observadas en el informe LM-AT-91-2019 que trata sobre la ejecución de trabajos en la red vial de lastre en la ruta nacional 334, por parte de esta misma ingeniería de proyecto, de modo que, se reitera el criterio del Equipo Auditor que la ingeniería de proyecto tiene la responsabilidad de llevar un control estricto sobre el registro de visitas de los ingenieros responsables del proyecto por parte de la empresa contratista ya que es el mecanismo que tiene la Administración para garantizar que las obras se ejecutan bajo la supervisión de profesionales responsables.

OBSERVACIÓN 6: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LAS ÓRDENES DE MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente observación se basa en la revisión de las órdenes de modificación emitidas por la Administración con el objetivo de realizar reajustes de cantidades durante la ejecución del proyecto, donde se logró identificar algunas oportunidades de mejora en cuanto a la gestión y el uso de dichas órdenes. De modo que, las recomendaciones expuestas en la presente observación buscan que se reduzca la necesidad de que durante la ejecución del contrato la ingeniería de proyecto deba generar múltiples órdenes de modificación, que como se detalla más adelante, podrían hacer ineficiente el proceso de ejecución de la obra.



En este proyecto se identificó la emisión de 4 órdenes de modificación durante su ejecución, en la Tabla 9 se resume el motivo y se señalan los ítems variados en cada una de estas.

Tabla 9. Registro de órdenes de modificación en el proyecto de atención a la ruta nacional 329

Orden de modificación (fecha)	Motivo	Ítems disminuidos	Ítems aumentados
1 (17/09/2019)	El inventario de necesidades realizado para la contratación se desactualizó y se generó la necesidad de reemplazar los pasos de alcantarilla y ampliar el alcance del revestimiento de canales. Además, con la entrada del proyecto, los vecinos (voluntariamente) decidieron desplazar sus linderos respecto al derecho de vía, de modo que, se consideró oportuno realizar mayores excavaciones para ampliar el derecho de vía, generándose la necesidad de ampliar el ítem de excavación y el de material de préstamo.	Subbase granular, estabilización de agregados, cemento, material de secado y chapea manual	Excavación de la vía, excavación estructural, relleno para estructuras, relleno para fundación, préstamo selecto y tubería de 800 mm.
2 (17/10/2019)	Debido a las condiciones reales del proyecto los ítems relacionados con excavación se estaban quedando sin contenido. Además, en pendientes se identificó que los cabezales quedaban más profundos y con mayores rellenos, de manera que se requiere en estos puntos de cabezales con mayores dimensiones, requiriéndose una mayor cantidad del ítem de concreto hidráulico estructural.	Estabilización de agregados	Excavación de la vía, excavación estructural, préstamo selecto, concreto hidráulico estructural y canal revestido tipo IV de 10 cm
3 (24/02/2020)	El proyecto se acerca a su etapa final y quedan ítems con contenido remanente y ya no es necesario su uso. Se requiere realizar la ampliación de un paso de agua (alcantarilla) para que quede a un ancho de 7 m. Además, por las condiciones geométricas de la vía, se consideró oportuno colocar emulsión asfáltica entre la base granular y el sello de preservación.	Estabilización de agregados y concreto hidráulico estructural	Sello de cura de emulsión asfáltica y acero de baja aleación
4 (18/03/2020)	El proyecto se acerca a su etapa final y quedan ítems con contenido remanente y ya no es necesario su uso. Necesidad de reforzar el sello de preservación en algunos tramos.	Relleno para fundación, subbase granular, estabilización de agregados y limpieza y conformación de cunetas	Sello de cura de emulsión asfáltica y material de secado

De la información mostrada en la tabla anterior, se evidenciaron los siguientes aspectos, donde se identificaron algunas oportunidades de mejora:



- Orden de modificación 1: Esta orden de modificación responde al hecho de que el inventario de necesidades se desactualizó desde el momento en que se redactó el contrato al momento en que se iban a iniciar las labores. Sobre este aspecto, el Equipo Auditor está de acuerdo en que en la mayoría de los casos puede ser necesario realizar una orden de modificación al inicio del proyecto para ajustar el inventario del proyecto con las necesidades reales al momento de su ejecución.
- Orden de modificación 2: Esta orden de modificación, al igual que la anterior, busca actualizar el inventario de cantidades del proyecto, incluso en esta orden de modificación se aumenta el ítem de canal revestido tipo IV, cuya necesidad se había identificado en la orden de modificación anterior, pero que en dicha orden no fue aumentado. Además, se aumentan nuevamente los ítems de excavación y de material de préstamo. Sobre este aspecto, el Equipo Auditor considera recomendable que previo al inicio del proyecto se realice un inventario de necesidades actualizado y que de acuerdo con dicho inventario se genere una sola orden de modificación para llevar a cabo la actualización de las cantidades según las necesidades reales del proyecto.
- Orden de modificación 3: En esta orden de modificación se disminuyen las cantidades del ítem de concreto hidráulico estructural, ítem que había sido aumentado en la orden de modificación anterior (OM2). Además, se aumenta el ítem de acero de baja aleación para realizar la ampliación de un paso de alcantarilla y que este quede a un ancho de 7m, situación que a criterio del Equipo Auditor pudo ser considerada desde la OM1.
- Orden de modificación 4: En esta orden de modificación se disminuyen las cantidades del ítem de relleno para fundación, ítem que había sido aumentado en la orden de modificación 1, además, se disminuyen otros ítems que quedaron con contenido remanente para reforzar el sello de emulsión en algunos tramos.

La realización de órdenes de modificación para el reajuste de cantidades de un proyecto implica trámites administrativos que podrían eventualmente hacer ineficiente el proceso de ejecución de una obra pues representan un trámite administrativo adicional en el desarrollo del proyecto. Además, las órdenes de modificación son un proceso que podría generar desacuerdos con el contratista, siendo que, una orden de modificación podría ser motivo de reclamos Administrativos o disputas que representen un asunto más por atender de parte de la ingeniería de proyecto que por lo general debe lidiar con varios proyectos e inconvenientes que se puedan presentar en su respectiva zona de conservación y además, por lo general, no cuenta con una asesoría legal permanente que le colabore en este tipo de detalles que pueden salirse del ámbito técnico de la ingeniería civil.

Por lo tanto, y de manera preventiva para evitar inconvenientes que puedan afectar el óptimo desarrollo del proyecto, se reitera la recomendación de esta auditoría técnica sobre la importancia de que previo al inicio del proyecto, se realice siempre un inventario de necesidades actualizado, que refleje las verdaderas necesidades de la ruta según el alcance planteado por la Administración. Esto con el fin de proponer una única orden de modificación por reajuste de cantidades, desde la misma reunión de preinicio del proyecto, basándose en el inventario actualizado de las necesidades reales de la ruta por atender. Para que Equipo Auditor es claro que pueden surgir eventualidades o situaciones ocultas durante el levantamiento de necesidades previo al inicio del proyecto. Sin embargo, la alternativa planteada podría disminuir la realización de múltiples de órdenes de modificación por reajuste



de cantidades, haciendo más eficiente el proceso de ejecución del proyecto, ya que las cantidades inventariadas sufrirían mínimas variaciones al estar debidamente registradas a la fecha de ejecución.

Sobre los drenajes del proyecto

OBSERVACIÓN 7: SE ENCONTRARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL SISTEMA DE DRENAJES EN ALGUNOS TRAMOS DEL PROYECTO.

En visita realizada el 28 de abril de 2020 (posterior a la fecha de finalización del contrato que fue el 23 de abril de 2020), se observó que la condición de los elementos de drenaje no es suficiente para cumplir una función de evacuación efectiva de las aguas superficiales, y en algunos casos se podría comprometer la integridad de los mismos elementos construidos, además de la posible afectación en la durabilidad de una buena condición de la vía.

Se observaron tramos de cuneta que al quedar incompletas o sin continuidad, presentan una cara vertical lateral donde el agua chocaría al entrar a la cuneta o salir de ella (dependiendo de su ubicación e inclinación), lo que podría generar socavación en el material que las soporta tanto en la parte inferior como lateralmente, provocando que se pueda presentar desalineamiento, separación y escalonamiento de elementos o quedar sin soporte, promoviendo fracturas en el concreto, y en consecuencia filtración de agua, lo que aceleraría los daños, principalmente si las cunetas fueron construidas sobre el suelo existente, sin la utilización de un material de soporte de mayor capacidad. En estos casos, no se cuenta con una transición de cunetas en tierra hacia cunetas de concreto donde se dote de una continuidad en el paso del agua hacia zonas donde no afecte la estructura de la vía o las obras de drenaje construidas.



Figura 42. Condición de cuneta con falta de continuidad. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 1 + 860. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR



Figura 43. Condición de cuneta con falta de continuidad. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 4 + 370. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

Esta falta de continuidad de un elemento de drenaje a otro, también se puede observar donde algunas cunetas no presentan conexión con tubos de pasos longitudinales en entradas a propiedades, lo que también podría generar el efecto de socavación y posible afectación en alineamientos de estos elementos y fracturas del concreto.



Figura 44. Falta de continuidad de cuneta construida hacia tubo de paso longitudinal. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 3 + 400. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

La falta de continuidad de algunos elementos de drenaje se observó también en la conexión de cunetas con cabezales de pasos transversales, de manera que el flujo de agua no se encausa adecuadamente, lo que podría influir en la inestabilidad lateral de la vía y la sedimentación con material granular y suelo en tuberías, cunetas entre otros elementos.

Cabe destacar la importancia de que los elementos de drenaje se construyan de forma completa de manera que no se interrumpa el paso del agua y se pueda canalizar fuera de la vía, evitando deterioros por saturación en la estructura del camino y del terreno donde están construidos cada uno de los elementos de drenaje.

Por otra parte, en condiciones de pendientes longitudinales importantes, es necesario dotar a la vía de disipadores de energía que eviten condiciones destructivas de las obras ejecutadas. En tal caso, cabe indicar la necesidad de contar con el sistema drenaje completo que evite la erosión del terreno y posible afectación de la vía.



Figura 45. Falta de continuidad de cuneta construida hasta cabezal de paso transversal. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 3 + 930. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

Es importante mencionar que, en la evaluación de una ruta a intervenir antes de la concepción de un cartel de licitación, se deben contabilizar los requerimientos técnicos necesarios, iniciando con las obras de drenaje, principalmente en las zonas más críticas. De acuerdo con esto, el objetivo recae en la importancia de proteger las obras realizadas en la estructura y superficie del camino, brindando mayor durabilidad de la vía en buenas condiciones. Dentro de estas zonas críticas destacan las zonas de mayor pendiente longitudinal, donde el agua alcanza una mayor energía que podría acelerar el deterioro de los trabajos realizados. En este sentido, es importante garantizar, dentro de un presupuesto limitado, al menos cubrir los requerimientos técnicos más críticos de la ruta. Sin embargo, llama la atención al Equipo Auditor que existen zonas críticas del proyecto que no cuentan con obras de drenaje importantes y en contraposición, zonas con condiciones menos críticas (aunque también con requerimientos de obra de drenaje), que cuentan con mayor cantidad de obra de drenaje.

Como ejemplo se puede mencionar la condición observada en el estacionamiento 1+290, donde existe una pendiente longitudinal aproximada de 17,8% (10,1° de inclinación) y solo cuenta con un pequeño tramo de canal revestido en un lado de la vía, antes de la llegada al cabezal correspondiente.



Figura 46. Falta de obras de drenaje en condiciones críticas de pendientes importantes. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 1 + 290. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR



Figura 47. Final del tramo cuenta con cuenta y cabezal. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 1 + 290. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

Por otra parte, se observa en caso del estacionamiento 0+930, que posee una condición relativamente plana y donde se construyó mayor cantidad de elementos de drenaje y de mayor extensión y continuidad.



Figura 48. Condición antes y después de intervenida la ruta. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 0 + 930. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

Al existir recursos limitados, al igual que en informes anteriores, se recomienda en la atención de rutas de lastre, la priorización de las secciones a intervenir con cunetas revestidas, de acuerdo con la topografía y geometría existente de la ruta, evitando la erosión de la vía y la afectación de los elementos construidos.

En este proyecto en particular, se debe indicar que, según la información revisada de estimaciones, se colocaron solo 718,5 m² correspondientes al ítem de canal revestido tipo IV, para una longitud de proyecto de 7,61 km.

En cuanto a la colocación de tuberías, por parte del LanammeUCR se ha insistido constantemente sobre la necesidad de realizar un solaqueo suficiente que evite que, con el paso del agua, se presente infiltración a través de las juntas. Esto podría provocar desalineamientos en los tubos, y en consecuencia, mayores aberturas en las juntas. Esto conlleva a posibles pérdidas del material granular de la vía, generando deformaciones importantes en la superficie, hasta formar huecos o zanjas que podrían interrumpir el paso de vehículos, además de provocar problemas de seguridad vial.

De acuerdo con las labores de solaqueo que se han observado, es común que no se realice la colocación de mortero en la totalidad de las juntas tanto externa como internamente, siendo que quedan importantes aberturas que podrían provocar futuros daños a la vía. Se recalca la importancia de que esta labor de solaqueo sea eficientemente ejecutada, siendo que una deficiencia en esta tarea, podría provocar daños considerablemente costosos en la vía.



Figura 49. Falta de solaqueo suficiente en juntas de tubería. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 4 + 690. Sección de control 10852, San Rafael – Las Mesas. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR

Específicamente, en cuanto a la junta externa, es importante garantizar que la colocación del mortero de solaqueo, desarrolle adherencia con la superficie de los tubos y resistencia antes de la colocación del material del relleno, con el objetivo de que no se vaya a desprender durante las labores de colocación y compactación del material. Como ejemplo, el día 15 de octubre de 2019, se observó la colocación del solaqueo externo de una tubería en proceso de colocación. Sin embargo, se podía observar que el mortero se desprendía fácilmente. A pesar de esto, casi de inmediato se empezó a verter en la zanja el material granular de relleno, siendo que éste caía fuertemente sobre el mortero recién colocado. Esta práctica, podría generar deficiencias en la protección de la junta externa, siendo que podría haber desplazado el mortero de solaqueo, y en consecuencia, dejar condiciones que facilitarían filtraciones que podrían promover desalineamientos en la tubería y deformaciones en la superficie de ruedo.



Figura 50. Colocación de mortero de solaqueo y relleno granular. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 6+147, SC 10852, San Rafael de Platanares (entrada principal) - Las Mesas (RN 244). Fecha: 15 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR



Figura 51. Se puede observar que parte del mortero se desprendió, incluso antes de la colocación del material de relleno granular. Ubicación: Ruta Nacional 329, Est. 6+147, SC 10852, San Rafael de Platanares (entrada principal) - Las Mesas (RN 244). Fecha: 15 de octubre de 2019. Fuente: LanammeUCR

En general, se concluye que el manejo de aguas de una vía es imprescindible para que la durabilidad de la vía sea aceptable y se justifique la inversión realizada. Condiciones aceptables de regularidad superficial y de capacidad estructural podrían verse afectadas en pocas horas con la ocurrencia de un evento de lluvia importante si es que no se cuenta con las condiciones de drenaje básicas que puedan garantizar la protección de las obras realizadas. En este sentido, es importante que un proyecto ejecutado considere la suficiencia de los elementos de drenaje necesarios que permitan brindar condiciones de mayor seguridad al usuario y de proteger los recursos invertidos.



3. CONCLUSIONES

Sobre el plan de manejo de tránsito:

- Las condiciones evidenciadas sobre la señalización temporal y regulación del tránsito, representaron, en algunos lapsos durante la ejecución del proyecto, un potencial riesgo de accidente para los usuarios que transitaron sobre esta vía.

Sobre el material de secado colocado en el proyecto:

- En algunos tramos del proyecto el material de secado colocado sobre el riego de imprimación permaneció sobre la superficie más de un mes sin ser barrido, siendo un riesgo para el tránsito seguro de la vía para todos los usuarios (conductores de vehículos, motos y bicicletas o peatones), además de que podría afectar la evacuación eficiente del agua superficial.

Sobre la incorporación del elemento seguridad vial dentro del contrato de atención a la ruta nacional 329:

- A lo largo del proyecto se identificaron secciones de vía que favorecen la conducción a velocidades superiores a los 40 km/h reglamentarios, donde el traslape de pendientes negativas con secciones rectilíneas, favorece este comportamiento.
- En una sección puntual de la ruta se evidenció geometría ondulada aledaña a las intersecciones, acompañada de pendientes longitudinales y radios reducidos que limitan la visibilidad de los usuarios.
- Además, se identificaron otras intersecciones sin señalamiento vertical de reglamentación que permitan informar al usuario sobre la prioridad de paso.
- En la zona de estudio se identificaron pocas señales verticales, sumado a la evidencia de señales antiguas que no fueron reinstaladas, quedando recostadas a un lado de la carretera. Lo anterior, al día 28 de abril de 2019 posterior a la fecha de entrega del proyecto.
- A lo largo de la vía se evidenciaron peatones transitando en el borde de la calzada, exponiéndose a cunetas con pendientes no traspasables ni recuperables, material granular suelto que dificulta el tránsito y aumenta la posibilidad de caída, pendientes longitudinales abruptas, curvas horizontales que limitan la visibilidad entre usuarios y tránsito de vehículos.
- Se evidenció la presencia de barreras metálicas que presentan el terminal denominado como “cola de pez”. Este elemento no responde a las buenas prácticas en materia de seguridad vial, ya que, al ser colisionado, atraviesa los vehículos y ocupantes.
- No se evidenciaron señales que alerten a los usuarios ante la presencia del paso de alcantarilla, en el estacionamiento 4+070, que no cuenta con protección de márgenes.
- Las cunetas con un desfogue profundo y los muros que sobresalen de los pasos de alcantarilla representan un peligro ante el choque de un vehículo y/o la caída de algún usuario en el desfogue.



Sobre el material de perfilado colocado en el proyecto:

- El Documento de Requerimientos o cartel original fue modificado por la Enmienda No.1 en varios aspectos, entre los cuales se sustituyó el renglón de pago **SN Sello asfáltico no estructural contra erosión con 92840,40 m³**, por el reglón **CV.505.05 Sello de cura de emulsión asfáltica con 92840,40 L**, el cual no contó con especificaciones claramente relacionadas con la construcción de la capa de material de perfilado ni el proceso de estabilización con emulsión asfáltica.
- La colocación de la capa de material de perfilado de mezcla asfáltica se realizó utilizando dos procesos diferentes para dos tramos de la RN.329. En el Tramo 1 la capa de material perfilado no fue estabilizada con emulsión asfáltica, mientras que en el Tramo 2 sí se estabilizó con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), lo cual llama la atención del Equipo Auditor, porque el Tramo 1 presenta un alineamiento vertical con ascensos y descensos de mayor longitud y pendientes que el Tramo 2.
- El uso del material de perfilado de mezcla asfáltica como capa de ruedo para reducir la erosión, polvo y mejorar la transitabilidad en la RN.329, es considerado por el Equipo Auditor como una buena iniciativa. Sin embargo, esto se realizó sin contar con la caracterización básica del material ni diseño de mezcla para la estabilización con emulsión asfáltica, lo cual dificulta las labores de control y verificación de calidad y genera incertidumbre sobre la durabilidad de los trabajos realizados.
- La granulometría del material de perfilado de mezcla asfáltica muestreado por el Equipo Auditor presenta una menor fracción fina de lo requerido entre los tamices No.16 y No.50, lo que puede generar una menor formación de pasta al estabilizarlo con emulsión asfáltico y por lo tanto volverlo susceptible a la deformación permanente y daño por humedad.
- Se determinó que la dosificación óptima para la estabilización del material es de 2% de asfalto con una adición de 1% de cemento para reducir el daño por humedad, lo cual indica que la dosificación de 1,5 l/m² (1,03% de asfalto) utilizada en el Tramo 2, posiblemente sea susceptible al daño por humedad.
- La capa de material de perfilado que se colocó en el Tramo 2, se estabilizó con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h), lo cual es una buena práctica de ingeniería, ya que permite realizar el proceso de riego, mezcla y homogenización el material antes de que se presente el rompimiento.
- El Equipo Auditor observó diferentes acabados o texturas superficiales en la capa de ruedo de la RN.329, algunos desprendimientos leves y la presencia de material de secado sin retirar desde la estación 0+845 a 6+260. Lo anterior evidencia la necesidad de contar con especificaciones claramente establecidas en los documentos del proyecto, para mantener un proceso constructivo homogéneo que reduzca la posibilidad de que se presenten desempeños variables a lo largo del camino.



Sobre la maquinaria utilizada en el proyecto:

- Se evidenciaron oportunidades de mejora en relación con la maquinaria utilizada para la estabilización del material de perfilado y realización de riego de emulsión asfáltica:

No se observó el uso de recuperadora para la llevar a cabo la homogenización del material de perfilado con la emisión asfáltica en la actividad de estabilización.

Se observó el uso de un camión pesado articulado para llevar a cabo el riego de emulsión, el uso de este tipo de maquinaria en rutas de lastre podría generar deterioros prematuros y dificulta el proceso de riego de emulsión principalmente en curvas de radios muy cerrados y que cuentan con sobreanchos.

Sobre la gestión del proyecto trabajos de atención a la ruta nacional 329:

- Se evidenciaron incumplimientos en relación con la cantidad de visitas mínimas anotadas en bitácora por el personal aportado por la empresa contratista según el cartel de licitación, entre los meses de agosto de 2019 y abril de 2020.
- Se logró identificar algunas oportunidades de mejora en cuanto a la gestión y el uso de las órdenes de modificación. Específicamente, se identificaron casos donde pudieron unirse órdenes de modificación y reducir la cantidad de órdenes tramitadas.

Sobre los drenajes del proyecto:

- Se observó que la condición de los elementos de drenaje no es suficiente para cumplir una función de evacuación efectiva de las aguas superficiales, y en algunos casos se podría comprometer la integridad de los mismos elementos construidos, además de la posible afectación en la durabilidad de una buena condición de la vía, específicamente se identificaron los siguientes aspectos:
 1. Tramos de cuneta incompletos o sin continuidad. En algunos casos estos tramos presentan una cara vertical lateral donde el agua chocaría al entrar o salir de la cuneta, lo que podría generar socavación en el material que las soporta.
 2. Existen zonas críticas del proyecto que no cuentan con obras de drenaje importantes y en contraposición, zonas con condiciones menos críticas (aunque también con requerimientos de obra de drenaje), que cuentan con mayor cantidad de obra de drenaje.
 3. Se observó que una de las tuberías que conforman los pasos de alcantarilla no se realizó la colocación de mortero en la totalidad del perímetro interno.



4. RECOMENDACIONES

A la Ingeniería de Proyecto

Sobre el plan de manejo de tránsito:

- Se recomienda el cumplimiento estricto del plan de manejo de tránsito de manera que se aseguren las condiciones de seguridad para los usuarios que transitan por la vía y operarios del contratista.
- Se recomienda que al finalizar las labores en un frente de trabajo siempre se mantenga el personal y los dispositivos de manejo de tránsito, hasta que la maquinaria sea retirada por completo.

Sobre el material de secado colocado en el proyecto:

- Se recomienda garantizar el barrido de material de secado sobrante, en cuanto la emulsión haya curado, con el fin de brindar seguridad al usuario y asegurar la eficiente evacuación del agua pluvial.

Sobre el material de perfilado colocado en el proyecto:

- Realizar un análisis de las características de la ruta, como el alineamiento vertical y horizontal, para determinar los sitios donde se requiere realizar ajustes a los materiales o procesos constructivos, para luego ajustar la logística de ejecución de manera que no afecte la calidad de los trabajos realizados.
- Explorar la posibilidad de colocar un Tratamiento Superficial Asfáltico Simple (TS1) como sello de impermeabilización. En este caso se utilizaría un agregado de granulometría uniforme y limpio, que favorece la adhesión con la emulsión asfáltica y por lo tanto la durabilidad en condiciones de humedad.

Coordinar con la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes para que, en contrataciones futuras, de similar naturaleza, se consideren los siguientes aspectos:

- Realizar el diseño de la estabilización con emulsión de rompimiento lento (CSS-1h) para ajustar la dosificación de acuerdo con las propiedades del material, de forma que se cuente con los parámetros de referencia para ejecutar el control y verificación de calidad en campo.
- Realizar ensayos de caracterización básica al material de perfilado, para verificar si es necesario seleccionarlo para retirar partículas de sobretamaño, agregar arena o polvo de piedra para corregir la escasez de finos que generalmente presenta.
- Realizar el diseño de laboratorio para la estabilización del material de perfilado con emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h).



Sobre la gestión del proyecto trabajos de atención a la ruta nacional 329:

- Se recomienda el uso de los mecanismos cartelarios existentes para garantizar el cumplimiento de la cantidad de visitas mínimas anotadas en bitácora por el personal aportado por la empresa contratista.
- Se recomienda que, previo al inicio de las obras, se realice siempre un inventario de necesidades actualizado, que refleje las verdaderas necesidades de la ruta según el alcance planteado por la Administración. Esto con el fin de proponer una única orden de modificación por reajuste de cantidades, desde la misma reunión de preinicio del proyecto, basándose en el inventario actualizado de las necesidades reales de la ruta por atender.

Sobre los drenajes del proyecto:

- Solventar las condiciones de falta de continuidad y cunetas incompletas evidenciadas en el cuerpo del informe.
- Gestionar una mejora en cuanto a la cantidad de los elementos de drenaje de la ruta, con el objetivo de preservar la inversión realizada.

A la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI

Sobre el material de secado colocado en el proyecto:

- Se recomienda incluir en los próximos carteles referentes a actividades de conservación vial, la remoción del material de secado, una vez la emulsión haya curado, como un acto obligatorio para el contratista.

Sobre la incorporación del elemento seguridad vial dentro del contrato de atención a la ruta nacional 329:

- Se recomienda, coordinar con las entidades correspondientes, en este caso la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, para que se lleve a cabo la colocación de señales preventivas que indiquen la presencia de curvas y pendientes pronunciadas, señales tipo Chevron o delineadores que mejoren la percepción de los usuarios ante la geometría ondulada y señales que identifiquen los sitios de mayor flujo peatonal.
- Se recomienda coordinar con las entidades correspondientes, en este caso la Dirección General de Ingeniería de Tránsito, para que se lleve a cabo la colocación de señalamiento vertical en las intersecciones y sus cercanías.
- Se recomienda coordinar con las entidades correspondientes, en este caso con la Municipalidad Pérez Zeledón, el mejoramiento de las márgenes para el tránsito de peatones, que, en condiciones ideales correspondería a la construcción de aceras en los trayectos de mayor tránsito peatonal, a partir de un estudio de movilidad peatonal.
- Reemplazar las barreras metálicas que cuentan con terminales denominados “cola de pez”.



Para considerar en futuros carteles de licitación (en conjunto con la Gerencia de Contratación de Vías y Puentes) y en este proyecto en particular:

- Se recomienda a nivel general el uso de delineadores que permitan alertar a los usuarios ante la presencia de los puentes, así como mejorar la iluminación en caso posible. Además, se recomienda dotar a los puentes, pasos de alcantarilla y sus respectivos accesos de sistemas de contención vehicular diseñados según el Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras, Decreto N° 37347-MOPT.
- Se recomienda en caso posible eliminar la presencia de los cabezales de gran magnitud, sin embargo, en caso de que no sea viable, se recomienda la colocación de delineadores para hacer visible el obstáculo y el uso de sistemas de contención vehicular para reducir la severidad de posibles colisiones, disminuyendo la posibilidad de que un vehículo impacte de frente contra la estructura rígida del cabezal.
- En el caso de los desfuegos finales de las cunetas, se recomienda su recubrimiento con rejillas de concreto o acero, elemento que no afectará la capacidad hidráulica y reducirá la severidad de un posible incidente.

Sobre el material de perfilado colocado en el proyecto:

- Revisar la elaboración de los Documentos de Requerimientos o carteles, para que en proyectos similares a este se incluya un ítem o renglón de pago para la actividad de construcción de sello asfáltico no estructural contra erosión por unidad de obra (m^2 o m^3) y sus correspondientes especificaciones especiales. Esto facilita el control y verificación de calidad de las obras y evita el uso de ítems para el alquiler de maquinaria por hora que resulta generalmente más costoso.
- Elaborar una directriz u oficio a las ingenierías de proyecto, donde se establezcan los lineamientos para la gestión del mantenimiento de rutas de lastre que son atendidas mediante sellos asfálticos.
- Considerar dentro de los contenidos presupuestarios de los trabajos de conservación vial, los recursos necesarios para asegurar el mantenimiento de rutas de lastre que son atendidas con sellos asfálticos.
- Gestionar con los departamentos pertinentes la contextualización social de los proyectos donde se realice una mejora funcional de la ruta, de forma tal que se minimicen los efectos colaterales que implican estas intervenciones, como aumento de velocidad de operación y falta de señalamiento vial.
- Gestionar el monitoreo de la condición del sello asfáltico de la RN.329, para definir políticas de mantenimiento prácticas para la ruta y determinar la durabilidad promedio de este tipo de trabajos.



Sobre la maquinaria utilizada en el proyecto:

- Se recomienda priorizar a nivel cartelario el uso de recuperadora en lugar de niveladora para realizar el proceso de estabilización de material perfilado de mezcla asfáltica.
- Se recomienda que para la actividad "Sello de cura de emulsión asfáltica" se especifique con mayor detalle las características del distribuidor de asfalto a utilizar (indicado un modelo de equipo requerido o su similar), de modo que ese se adapte de mejor manera a las condiciones del proyecto.

Sobre la gestión del proyecto trabajos de atención a la ruta nacional 329:

- Se recomienda que a nivel cartelario quede claramente establecido que un mismo ingeniero no puede asumir las funciones de Ing. Residente y Director Técnico al mismo tiempo.

5. REFERENCIAS

Consejo Nacional de Vialidad. (2018). Licitación Abreviada Ruta Nacional 334, Licitación Abreviada 2018LA-000017-0006000001 "Trabajos para la atención de la Ruta Nacional No. 329 (en lastre), Sección de Control No. 10852 San Rafael de Platanares (entrada principal)-Las Mesas (r.244)". San José, Costa Rica: MOPT.

Guerrero-Aguilera, S., Herra-Gómez, D., Ulate-Castillo, A., Salas-Chaves, M., & Sequeira Rojas, W. (2019). LM-AT-91-19 "Fiscalización contrato de la Red Vial Nacional de Lastre Zona 4-1: Ruta Nacional 334 (SC 11043 y 11050) 2018LA-000017-0006000001". San Pedro. Costa Rica: LanammeUCR.

Guerrero-Aguilera, S., Herra-Gómez, D., Ulate-Castillo, A., Salas-Chaves, M., Sequeira Rojas, W., & Loría-Salazar, L. (2017). LM-PI-AT-115-18 "Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 163 Zona 2-4 Nicoya) Licitación: 2017LA-000003-0006000001". San Pedro. Costa Rica: LanammeUCR.

Guerrero-Aguilera, S., Rodríguez Morera, J., Salas-Chaves, M., Sequeira Rojas, W., & Loría-Salazar, L. (2017). LM-PI-AT-015-17 "Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 920 (2015LA-000001-ODI00) y Ruta Nacional 935 (2015LA-000039-0GCT)". San Pedro. Costa Rica: LanammeUCR.

Guerrero-Aguilera, S., Salas-Chaves, M., Ulate-Castillo, A., Sequeira-Rojas, W., & Loría-Salazar, G. (2017). LM-PI-AT-027-17 "Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 150. Licitaciones: 005-2015 CONAVI-CNE y 005-2015 CONAVI-CNE". San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.

Keller, G., & Sherar, J. (2008). *Ingeniería de caminos rurales*. México: Instituto mexicano del Transporte.

LanammeUCR, Unidad de Auditoría Técnica. (2019), LM-IC-D-0745-19. "Observaciones trabajos de atención de rutas de lastre". San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.

LanammeUCR, Unidad de Auditoría Técnica. (2019), LM-IC-D-0822-19. "Recomendaciones de seguridad vial en proyectos de atención de rutas de lastre 329 y 334. ". San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.



LanammeUCR, Unidad de Seguridad Vial. (2019), *LM-USTV-011-2020" Visita al proyecto Ruta Nacional 329"*. San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.

LanammeUCR (2020), *Informe de ensayo I-0258-2020: contenido de agua en mezcla asfáltica por destilación, granulometría del agregado extraído de la mezcla y extracción cuantitativa de ligante asfáltico*. San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.

LanammeUCR (2020), *Informe de ensayo I-0261-2020: verificación de dosificación de emulsión asfáltica de rompimiento lento (CSS-1h) para estabilizar el material perfilado de mezcla asfáltica utilizado en la Ruta Nacional 329*. San Pedro, Costa Rica: LanammeUCR.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2000). *Colocación de tubos y construcción de cabezales*. San José: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR – 2010, Dirección General de Vialidad. San José, Costa Rica.

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2015). *MANUAL DE ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSERVACIÓN DE CAMINOS, CARRETERAS Y PUENTES MCV 2015*. San José Costa Rica: MOPT.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2015). Reglamento de dispositivos de seguridad y control temporal de tránsito para la ejecución de trabajos en vías, Diario Oficial La Gaceta 121. Imprenta Nacional, la Uruca, San José, Costa Rica. La Uruca, San José, Costa Rica: Diario Oficial La Gaceta 121. Imprenta Nacional.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, (2002). Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (MC-2002). San José, Costa Rica: MOPT.

Salas Chaves, M., Elizondo Salas, A. L., Chaverri Jimenez, J., & Loría Salazar, L. G. (2009). *LM-AT-141-09 Proyectos de Conservación Vial en Rutas de Lastre, Zona 4-1 A y 4-2B*. San José: LanammeUCR.

Salas Chaves, M., Elizondo Salas, A. L., Chaverri Jiménez, J., & Loría Salazar, L. G. (2010). *LM-AT-133-10 Conservación Vial de la Red Vial Nacional con Superficie en Tierra y Lastre, Línea 13, Zona 2-4 A, Ruta Nacional No. 152*. San José: LanammeUCR.

Salas Chaves, M., Elizondo Salas, A. L., Chaverri Jimenez, J., & Loría Salazar, L. G. (2011). *LM-AT-019-11 Conservación de vial de la red vial nacional, con superficie de lastre y tierra.: LINEA 13, ZONA 2-4A, Ruta Nacional No. 152, Sección de Control 50261, Veintisiete de Abril-Villareal*. San José: LanammeUCR.

Salas Chaves, M., Elizondo Salas, A. L., Chaverri Jimenez, J., & Loría Salazar, L. G. (2010). *LM-AT-135-10 Informe sobre la ejecución y calidad de las obras para el proyecto: Proyecto Conservación Vial de la Red Vial Nacional con Superficie en Tierra y Lastre, Zona 3-1 B, Ruta Nacional N° 604, Línea N°22*. San José: LanammeUCR.

SIECA. (2000). *Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA)*. Secretaría de Integración Económica de Centroamericana.



EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Luis Diego Herra Gómez Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	Preparado por: Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico
Preparado por: Ing. Alonso Ulate Castillo Experto Técnico	Aprobado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica	Visto bueno de legalidad: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR
	Aprobado por: Ing. Alejandro Navas Carro, MSc. Director LanammeUCR	



6. ANEXOS

6.1. ANEXO 1. Análisis de los oficios GCSV-92-2020-3659 y AV(4-1)-2020-414 (Descargo)

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-INF-IC-D-008B-2020 fue remitido a la Administración el día 3 de agosto de 2020, mediante oficio LM-IC-D-0635-2020, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

La presentación del informe se realizó el día 7 de agosto de 2020 de manera virtual, y fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad y se expusieran los puntos que se requirieran ampliar según el contenido del informe.

Posteriormente, el día 14 de agosto de 2020, se recibió el documento de descargo por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, GCSV-92-2020-3659, emitido por el Ing. Alexander Guerra Morán, donde se hace referencia al oficio AV(4-1)-2020-414 que responde a cada uno de los Hallazgos y Observaciones planteados en el informe. Este oficio fue analizado por el Equipo Auditor y considerado para realizar aclaraciones y mejoras al informe con el fin de que sea de mayor claridad para la Administración.

A continuación, se detalla el análisis correspondiente al descargo GCSV-92-2020-3659:

Hallazgo 1: se evidenciaron incumplimientos en relación con el plan de manejo de tránsito planteado por la empresa contratista en su programa de trabajo aprobado por la Administración mediante el oficio GCSV-09-2019-3534.

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre este Hallazgo no modifica el contenido del informe, pues lo aportado por la Administración ya había sido contemplado en el cuerpo del informe.

Observación 1: se evidenció que el material de secado colocado en el proyecto en algunos tramos permaneció más de un mes sin ser barrido

Sobre esta observación la Administración, mediante el Administrador Vial (AV), indica que: *durante las fechas indicadas por el Equipo Auditor el proyecto se encontraba en ejecución, siendo esto parte del proceso constructivo.*

Respecto a esto, se debe tomar en cuenta que durante las labores de mantenimiento de una carretera esta sigue funcionando y los usuarios transitando sobre ella. Tomando en cuenta esto, es criterio del Equipo Auditor que la Administración debe velar por disminuir todos los riesgos posibles al usuario de la vía. En este caso, si el material de secado representa un riesgo y ya cumplió con su función debería ser removido lo antes posible. Por lo tanto, esta Auditoría no comparte el criterio expresado por el AV donde se justifica el no retiro del material de secado (lo antes posible) señalando que el proyecto está en construcción, pues si no se remueve a la mayor brevedad los mismos vehículos podrían desplazar este material a los sistemas de drenaje, además del riesgo que esto representa para los usuarios.



Sobre este aspecto, se procedió a incluir en el cuerpo del informe una recomendación, para que sea obligatorio el retiro del material de secado una vez cumplida su función de proteger el riego de imprimación durante su proceso de cura.

Por otra parte, la Administración mediante el AV menciona que: **en muchas de las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto es común la emisión de polvo, resaltando que una vez finalizado el proyecto el acabado logrado con el sello mitiga la emisión de polvo, siendo que al finalizarse el proyecto el material remanente de polvo de piedra fue barrido.**

Sobre este aspecto, para el Equipo Auditor es claro que muchas de las actividades realizadas en la atención a la ruta pueden producir polvo, sin embargo, si es posible reducir este impacto durante la ejecución del proyecto, en este caso podría realizarse mediante el barrido del material de secado.

Además, se aclara que en la visita realizada al proyecto el 28 de abril de 2020, el Equipo Auditor observó la presencia de material de secado, pese a que para esta fecha el proyecto ya había cumplido con su plazo de ejecución. No obstante, la Administración señala que posteriormente dicho material fue barrido.

Por último, la Administración mediante el AV señala que: **la ejecución del proyecto se dio en época seca, donde la presencia de lluvias es nula, esto en referencia a las posibles obstrucciones para la circulación lateral de las aguas pluviales.**

Sobre este aspecto, el Equipo Auditor reconoce que durante época seca la probabilidad de ocurrencia de algún evento de precipitación es más reducida, no obstante, no es nula, como se muestra en la Figura 52, durante la visita realizada por el Equipo Auditor al proyecto el 28 de abril de 2020, donde se observaron condiciones de precipitación. Además, como se mencionó, el hecho de no retirar el material de secado a la mayor brevedad podría ocasionar que los mismos vehículos que transitan por la vía remuevan este material, de modo que, este se deposite en los sistemas de drenaje, obstruyendo el agua pluvial, lo que podría afectar la estabilidad lateral de la vía y hasta saturación de la estructura interna del pavimento.





Figura 52. Condiciones lluviosas en el proyecto de atención a la Ruta Nacional 329, Sección de Control 10852, mediante el contrato 2018LA-000020-0006000001. Estacionamiento 3+640. Fecha: 28 de abril de 2020. Fuente: LanammeUCR.

Observación 2: se identificaron oportunidades de mejora en la incorporación del elemento seguridad vial dentro del contrato de atención a la Ruta Nacional 329

Ante lo señalado por la Administración en esta Observación, se procede a indicar en el contenido del informe que, posteriormente, en el acta de recepción preliminar, la Administración le solicitó al contratista el levantamiento de las señales verticales removidas para la ejecución del proyecto.

Por otra parte, la Administración mediante el AV señala que:

Ante este aspecto, es muy importante dejar claro que los trabajos realizados dentro el alcance del proyecto corresponden a labores de conservación de obras, lo cual obedece a dar mantenimiento a los activos viales existentes, por lo cual esta Administradora Vial discrepa en que se realicen comparaciones con condiciones teóricas de diseño como lo es el Manual centroamericano de normas de diseño geométrico para carreteras. Si bien es cierto, esas documentaciones de referencia son lineamientos a seguir para diseñar proyectos de obra vial, con la contratación 2018LA-000020-0006000001.

Respecto a este punto, el Equipo Auditor en el informe señala que, al darse una mejora funcional en la carretera producto del proyecto ejecutado, las velocidades de operación consecuentemente aumentan. Tomando en cuenta que la geometría de la vía se mantiene, en cuanto a radios de curvatura y pendiente, el Equipo Auditor recomienda, basado en la Tabla 3 la instalación de algunos elementos para mejorar la seguridad vial del proyecto. Llama la atención de esta Auditoría que dicha comparación sea considerada como teórica, tomando en cuenta que la referencia utilizada son los lineamientos a seguir para el diseño de proyectos de obra vial. Se entiende que el alcance de la contratación no contempla un realineamiento vial, sin embargo, se considera recomendable la instalación de los elementos de seguridad vial señalados en el informe con el fin de proteger a los usuarios de esta ruta cuya velocidad de operación podría no ser la más segura de acuerdo con las condiciones geométricas de la vía. Por otra parte, la Administración mediante el AV señala que:

- No es obligación de CONAVI, sino de los propietarios o poseedores de los bienes inmuebles la construcción de aceras frente a sus propiedades.
- No le corresponde a la Administración (CONAVI) la definición de los sitios en los cuales debe instalarse la señalización del proyecto, sino Dirección General de Ingeniería de Tránsito.

Sobre este aspecto la recomendación realizada en el informe se enfoca en que se realice una coordinación interinstitucional para que se pueda atender la vía desde el punto de vista de seguridad vial. De modo que, pese a que algunas actividades no son responsabilidad de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes de CONAVI, dicha gerencia, desde su



perspectiva y conocimiento del proyecto podría aportar un insumo valioso en aras de que se cumplan con estas recomendaciones. No obstante, en el cuerpo del informe se procede a mencionar el nombre de las instituciones con las que se debería realizar dicha coordinación interinstitucional.

Por último, la Administración mediante el AV señala que:

En cuanto a la señalización de control temporal de tránsito propiedad del contratista y dispuesto en uno de los sitios autorizados por los vecinos para guardar el equipo, los mismos se encontraban en ese sector con el objeto de ser utilizados en el momento que se realizaría las correcciones que se estableciesen en el acta de recepción provisional.

Sobre este aspecto, se debe mencionar que dicha señalización temporal se encontraba al margen de la vía, y pese a que es propiedad del contratista, cuenta con las dimensiones, logotipo y características oficiales que solicita el CONAVI para su uso en el control temporal de obra. De modo que, es criterio del Equipo Auditor que mientras este tipo de señalización no está siendo utilizada debe estar resguardada por el contratista en un sitio donde no pueda ser sustraída fácilmente o causar algún tipo de confusión al usuario de la vía sobre la ejecución de trabajos de conservación.

Observación 3: se identificaron oportunidades de mejora en la especificación y diseño del material de perfilado de mezcla asfáltica estabilizado con emulsión asfáltica

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre esta Observación no modifica el contenido del informe, siendo que incluso se refuerza el criterio de Esta Auditoría cuando se señala que el material de perfilado colocado es heterogéneo y cuenta con propiedades físico-mecánicas desconocidas.

Observación 4. Se observaron diferentes acabados del sello superficial de la capa de ruedo de material perfilado de mezcla asfáltica, defectos leves y material de secado remanente sin barrer

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre esta Observación no modifica el contenido del informe.

Observación 5. Se evidenciaron oportunidades de mejora en cuanto a la maquinaria utilizada en el proyecto

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre esta Observación no modifica el contenido del informe. Siendo que, como parte del descargo la Administración reconoce la importancia del uso de un distribuidor de emulsión con dimensiones y peso apropiadas según las características de la ruta por atender.



Hallazgo 2. Se evidenciaron incumplimientos en relación con la cantidad de visitas mínimas anotadas en bitácora por el personal aportado por el contratista

Sobre este Hallazgo, se procede a corregir la información mostrada en la versión preliminar del informe, después de que la Administración señalara en el descargo que, a través del oficio CSV-92-2020-0057 se aprobó al Ing. David Sánchez como Ingeniero Residente y Director Técnico del Proyecto.

Adicionalmente, se incluye en el cuerpo del informe un párrafo donde no se recomienda que un mismo ingeniero cumpla las dos funciones.

Observación 6. Se identificaron oportunidades de mejora en la gestión de las Órdenes de Modificación del proyecto

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre esta Observación no modifica el contenido del informe.

Observación 7. Se encontraron oportunidades de mejora en el sistema de drenajes en algunos tramos del proyecto.

Lo señalado por la Administración en el descargo sobre esta Observación no modifica el contenido del informe. No obstante, sobre el solaqueo incompleto observado se considera importante reiterar que dicha condición fue observada el 28 de abril de 2020, es decir posterior a que se cumpliera el plazo de ejecución del proyecto.



6.2. ANEXO 2. Oficios GCSV-92-2020-3659 y AV(4-1)-2020-414 (Descargo)



GERENCIA DE CONSERVACIÓN DE VÍAS Y PUENTES

e-mail: alexander.querra@conavi.go.cr

Pérez Zeledón, 14 de agosto del 2020.
GCSV-92-2020-3659

Señora
Wendy Sequeira Rojas
Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Referencia: Pronunciamiento a Informe Preliminar de Auditoría Técnica Externa LM-INF-IC-D-008B-2020 titulado "Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001"

En respuesta al Informe Preliminar de Auditoría Técnica Externa LM-INF-IC-D-008B-2020 titulado "Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC. 10852) 2018LA-000020-0006000001", suscrito por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), de fecha 31 de julio del 2020 y recibido por parte de esta ingeniería de proyecto el 3 de agosto del 2020 vía correo electrónico, me permito adjuntar el informe AV(4-1)-2020-414, el cual responde concretamente cada uno de los hallazgos y observaciones planteados, con el fin de que sea analizado e incluido en el informe definitivo como parte de los descargos realizados por la Administración.

Atentamente;

BILLY
ALEXANDER
GUERRA MORAN
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por BILLY ALEXANDER
GUERRA MORAN (FIRMA)
Fecha: 2020.08.14
11:34:14 -06'00'

Ing. Billy Alexander Guerra Morán
Ingeniero de Proyecto de Zona 4-1, Pérez Zeledón
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes
BGM/
C.

Ing. Mario Rodríguez Vargas, Director Ejecutivo (seguimiento a auditorías externas)
Ing. Javier González Murillo, Director Regional Zona Branca
Ing. Miguel Rojas – Administrador Vial Zona 4-1
Expediente.
Archivo / Coplador.



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Betania, Montes de Oca.
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica.

www.conavi.go.cr
Página 1 de 1





AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

Señor:

Ing. Billy Alexander Guerra Morán
Jefe de Zona 4-1 Pérez Zeledón
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

Asunto: Pronunciamiento a oficio LM-IC-D-0635-2020 Informe preliminar de auditoría técnica externa LM-INF-IC-D-008B-2020 "Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC.10852) 2018LA-000020-0006000001".

Estimado Ingeniero:

En respuesta al oficio LM-IC-D-0635-2020, suscrito por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), de fecha 31 de julio del 2020 y recibido por parte de esta Administradora Vial el día 03 de agosto del 2020 vía correo electrónico, en el cual se presenta el informe preliminar de auditoría técnica externa LM-INF-IC-D-008B-2020 "Fiscalización del contrato de la Red Vial Nacional de Lastre, Zona 4-1: Ruta Nacional 329 (SC.10852) 2018LA-000020-0006000001", me permito indicarle en el mismo orden planteado lo siguiente:

1. HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON INCLUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON EL PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO PLANTEADO POR LA EMPRESA CONTRATISTA EN SU PROGRAMA DE TRABAJO APROBADO POR LA ADMINISTRACIÓN MEDIANTE EL OFICIO GCSV-09-2019-3534.

Con respecto a este punto, tal y como se dejó en manifiesto en el oficio AV(4-1)-2019-221 del 23 de setiembre del 2019, el día 28 de agosto del 2019 fue la fecha en la cual aumentó la cantidad de frentes a más de uno, ya que hasta el día 27 de agosto sólo se tenía el frente de descuaje de árboles.

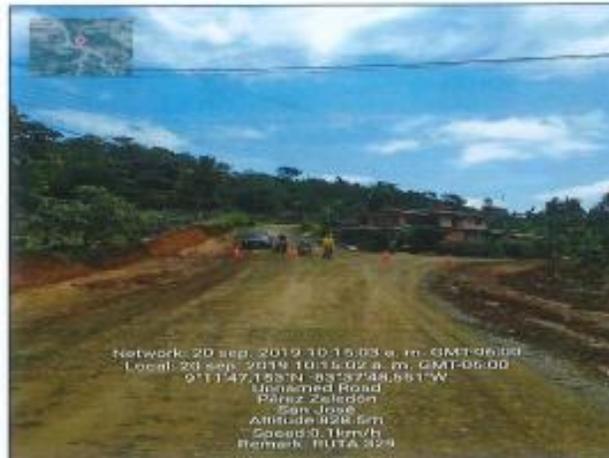
El día 28 de agosto, el inspector comunicó a la oficina de forma verbal la necesidad de dispositivos de seguridad suficientes para la cantidad de frentes, entre ellos rotulación vertical, uniformes

Página 1 de 15

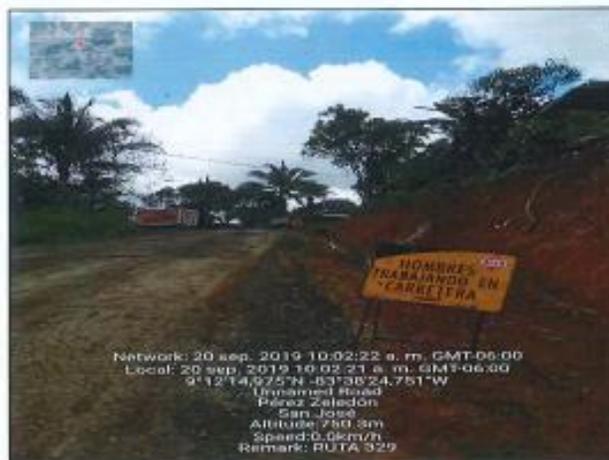


AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020



Fotografía 1. Control temporal de tránsito Ruta Nacional 329.

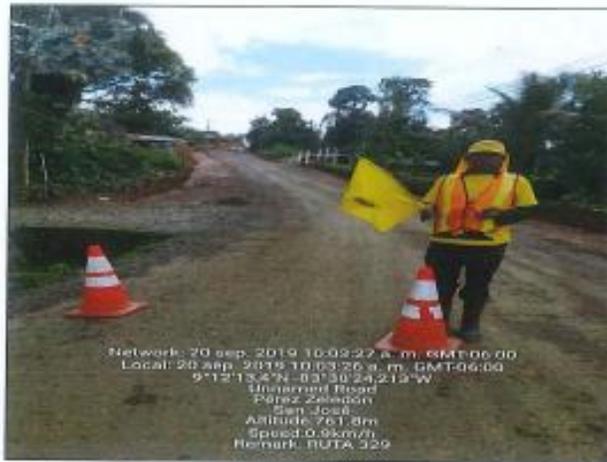


Fotografía 2. Control temporal de tránsito Ruta Nacional 329.



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020



Fotografía 3. Control temporal de tránsito Ruta Nacional 329.



Fotografía 4. Control temporal de tránsito Ruta Nacional 329.



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020



Fotografía 5. Control temporal de tránsito Ruta Nacional 329.

2. OBSERVACIÓN 1: SE EVIDENCIÓ QUE EL MATERIAL DE SECADO COLOCADO EN EL PROYECTO EN ALGUNOS TRAMOS PERMANECIÓ MAS DE UN MES SIN SER BARRIDO

En atención a este aspecto, cabe destacar que durante las fechas indicadas por el Equipo Auditor el proyecto se encontraba en ejecución, siendo esto parte del proceso constructivo. En cuanto a la generación de polvo señalada, es claro que en muchas de las actividades realizadas durante la ejecución de proyecto, como por ejemplo excavaciones en la vía, colocación de materiales granulares, conformación de cunetas en tierra entre otras, es bastante común. Lo que sí es importante resaltar es que una vez finalizado el proyecto, el acabado logrado con el sello de preservación, mitiga enormemente la cantidad de polvo existente durante muchos años atrás el cual pudo ser factor de afectaciones en la salud de los usuarios, sin embargo se reitera que el proyecto en ese momento se encontraba en proceso constructivo.



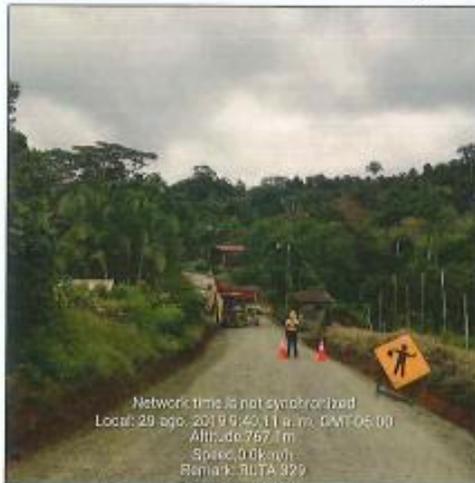
AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

En las fotografías 6 y 7, se pretende mostrar la ruta a inicios de la ejecución del proyecto en donde la presencia de polvo era permanente.



Fotografía 6. Tramo del 0+000 al 0+300 a inicios de la ejecución del proyecto.



Fotografía 7. Tramo del 3+000 al 3+300 a inicios de la ejecución del proyecto



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

En relación a lo manifestado referente a las posibles obstrucciones para la circulación lateral de las aguas pluviales, es importante dejar claro que en los meses indicados por el Equipo Auditor la zona del proyecto se encontraba en época seca, donde claramente la presencia de lluvias es nula.

Cabe destacar que al finalizarse el proyecto, el material remanente de polvo de piedra fue barrido para la totalidad de la ruta. Tal y como se muestra en las siguientes fotografías:



Fotografía 8. Tramo del 0+000 al 0+300 barrido



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020



Fotografía 9. Tramo del 3+100 al 3+200 barrido

3. OBSERVACIÓN 2: SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA INCORPORACIÓN DEL ELEMENTO SEGURIDAD VIAL DENTRO DEL CONTRATO DE ATENCIÓN A LA RUTA NACIONAL 329

Ante este aspecto, es muy importante dejar claro que los trabajos realizados dentro del alcance del proyecto corresponden a labores de conservación de obras, lo cual obedece a dar mantenimiento a los activos viales existentes, por lo cual esta Administradora Vial discrepa en que se realicen comparaciones con condiciones teóricas de diseño como lo es el Manual centroamericano de normas de diseño geométrico para carreteras. Si bien es cierto, esas documentaciones de referencia son lineamientos a seguir para diseñar proyectos de obra vial, con la contratación 2018LA-000020-0006000001.

Por otro lado, en cuanto a lo mencionado con respecto a la necesidad de construcción de aceras no está de más indicar lo establecido en el Código Municipal N° 7794 en su artículo 84, el cual cita



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

"...De conformidad con el plan regulador municipal, las personas físicas o jurídicas, propietarias o poseedoras, por cualquier título, de bienes inmuebles, deberán cumplir las siguientes obligaciones... construir las aceras frente a sus propiedades y darles mantenimiento..."(El subrayado no es original), por lo tanto no es obligación del Consejo Nacional de Vialidad sino de los propietarios o poseedores de los bienes inmuebles la construcción de aceras frente a sus propiedades.

Adicionalmente, en cuanto a lo mencionado en relación con las señales verticales que se encontraba dispuestas a la orilla de la ruta las cuales fueron removidas durante el proceso constructivo y la Administración en su acta de recepción provisional (oficio GCSV-01-2020-2025) solicitó la reinstalación de señales verticales removidas para la ejecución del proyecto. Dichas señales fueron instaladas tal y como se muestra a continuación.

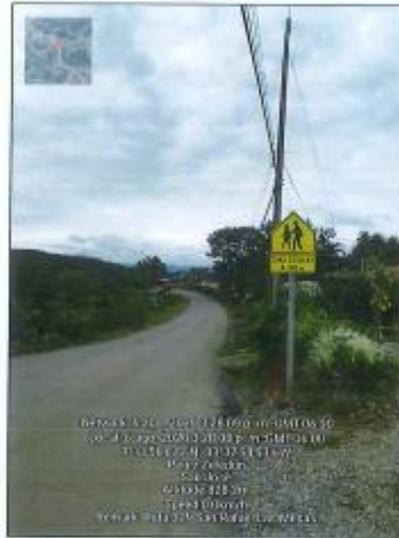


Fotografía 10. Señales verticales reinstaladas posterior a la ejecución del proyecto.



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020



Fotografía 11. Señales verticales reinstaladas posterior a la ejecución del proyecto.

En cuanto a lo mencionado como riesgos asociados a los márgenes de vía, en donde para los puentes y pasos de alcantarilla, específicamente para lo relacionado con la Figura 25, en donde se menciona cabe destacar que con la contratación 2018LA-000020-0006000001 se realizaron enormes esfuerzos por lograr aumentar el ancho de la calzada de la estructura original la cual era de 3,00 m y se amplió hasta 7,00, mejorando enormemente la seguridad de circulación.

En general, en cuanto a las mejoras propuestas a la señalización existente así como para colocación de nuevas señales, es importante dejar claro que no le corresponde a la Administración la definición de los sitios en los cuales debe de instalarse la señalización en el proyecto, sino a la Dirección General de Ingeniería de Tránsito realizar los estudios para sus diseños.

Cabe destacar, que en cuanto a la señalización de control temporal de tránsito propiedad del contratista y dispuesto en uno de los sitios autorizados por los vecinos para guardar equipo, los



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

mismos se encontraban en ese sector con el objeto de ser utilizado en el momento en que realizarían las correcciones que se estableciesen en el acta de recepción provisional.

- 4. OBSERVACIÓN 3. SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA ESPECIFICACIÓN Y DISEÑO DEL MATERIAL DE PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

En relación con este punto, LanammeUCR indica:

...La Administración debe procurar que se realice la caracterización y selección de los materiales a utilizar, diseños de mezcla para la estabilización de materiales granulares...

Sin embargo ante ese argumento esta Administradora Vial indica que el material de perfilado utilizado para la construcción de los sellos de preservación proviene de diferentes sectores de rutas nacionales de la Red Vial Nacional Pavimentada, se muestra a continuación el detalle de donde se acarreó el material utilizado para el proyecto Ruta Nacional 329.

Tabla 1. Detalle de proveniencia de material de perfilado utilizado en Ruta Nacional 329 en sello de preservación

Ruta Nacional	Sección Control	Nombre
2	10010	La Ese - San Isidro
	60060	Lte Provincial San José-Puntarenas -Buenos Aires
244	10832	Mollejones - Pejibaye

Fuente: Registros de Administradora Vial.

Lo anterior ocasiona que se tenga una heterogeneidad de material bastante considerable y su caracterización resulta compleja debido a que las propiedades de cada una de las mezclas asfálticas originales son completamente diferentes y desconocidas debido a que fueron materiales colocados tiempo atrás. Adicionalmente a esto, cabe destacar que existe la posibilidad



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

que durante la ejecución de los trabajos de sello de preservación el material de perfilado sea acarreado y depositado en el frente de trabajo (sobre la ruta) proveniente de un trabajo en ejecución en la Red Vial Nacional Pavimentada de la Zona que se esté ejecutando ese mismo día.

Por otro lado, en cuanto a lo indicado en la nota AV(4-1)-2020-187, en relación con la valoración de un tercer riego de reforzamiento en el tramo ahí indicado, se informa que el mismo fue realizado en abril del 2020.

5. OBSERVACIÓN 4. SE OBSERVARON DIFERENTES ACABADOS DEL SELLO SUPERFICIAL DE LA CAPA DE RUEDO DE MATERIAL PERFILADO DE MEZCLA ASFÁLTICA, DEFECTOS LEVES Y MATERIAL DE SECADO REMANENTE SIN BARRER

En cuanto a la recomendación dictada por el equipo auditor, en donde indica:

"... recomienda a la Administración explorar la posibilidad de colocar un Tratamiento Superficial Asfáltico Simple (TS1) como sello de impermeabilización. En este caso se utilizaría un agregado de granulometría uniforme y limpio..."

De lo anterior, no está de más indicar que el propósito de la administración con la construcción de los sellos de preservación como el realizado en la Ruta Nacional 329, es dar un adecuado uso al material producto de perfilado de manera que se empleen los recursos del Estado de una forma integral.

En cuanto a la observación de defectos en la ruta, cabe desde tacar que para realizar la recepción provisional (GCSV-01-2020-2025) y recepción definitiva del proyecto (GCSV-01-2020-3235) por parte de la Administración, se contó con la superficie de ruedo previamente barrida en su totalidad, lo cual permitió visualizar los puntos a corregir y/o corregidos.

Página 12 de 15



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

6. OBSERVACIÓN 5. SE EVIDENCIARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN CUANTO A LA MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROYECTO

En cuanto a los equipos utilizados durante el proceso constructivo, principalmente a lo señalado referente al distribuidor de asfalto, en reiteradas ocasiones esta Administradora Vial y la Administración manifestaron al contratista que su empleo podría implicar defectos que se reflejarían en el acabado final del sello de preservación. Un ejemplo de esto fue en las minutas de reunión de seguimiento, en donde se indicó que los daños que este equipo llegara a ocasionar deberán ser reparados por cuenta del contratista. En la Figura 2, se presenta el detalle de lo señalado en la minuta de reunión 04-2020 del 18 de febrero del 2020.

6.	En relación con el uso del tanque distribuidor de emulsión se le indica al contratista de que si eventualmente se llegasen a generar daños en el sello de preservación utilizando el actual (cabezal + tanque de emulsión) ALSO FRUTALES asumirían los daños. La empresa indica que están gestionando alquilar otro tanque distribuidor.	Ing. David Sánchez
----	---	--------------------

Figura 2. Minuta de reunión 04-2020.

Cabe destacar que para la recepción provisional de obra, se contemplaron aquellos los puntos que se identificaron durante el proceso constructivo con afectaciones producto del uso del tanque distribuidor, y fueron reparados por cuenta del contratista.

7. HALLAZGO 2. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN RELACIÓN CON LA CANTIDAD DE VISITAS MÍNIMAS ANOTADAS EN BITÁCORA POR EL PERSONAL APORTADO POR EL CONTRATISTA

En relación con este punto, parece ser que no fue de conocimiento del Equipo Auditor que el Ing. Juan Andrés Loria Jara, no fungió como Director de Técnico del Proyecto durante toda su ejecución,



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

y que a través del oficio GCSV-92-2020-0057 la Administración aprobó al Ing. David Sánchez como Ingeniero Residente y Director Técnico del proyecto, esto amparada en los apartado 4.2.b del cartel de contratación. Por lo tanto se debería analizar este punto del informe del LanammeUCR en función de lo aclarado.

8. OBSERVACIÓN 6. SE IDENTIFICARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE LAS ÓRDENES DE MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

En cuanto a este aspecto, esta Administradora Vial, no es omisa en indicar que las Órdenes de Modificación realizadas en el proyecto se gestionaron con el objeto de priorizar el bien público y en ningún momento se realizaron variaciones en monto, plazo ni objeto.

Para este proyecto sucedió el imprevisto principal de que los vecinos de forma voluntaria decidieron correr las cercas con el objeto de ampliar lograr ampliar el ancho la superficie de rueda, en donde se debió priorizar aprovechar dicha disponibilidad para ampliar curvas pronunciadas, y una calzada de al menos 7,00 m lo cual generó la redistribución de contenidos. Entre los renglones de pago que se debió aumentar el contenido están excavación en la vía y tubería de alcantarillado, mismos necesarios para adecuar la ruta a las necesidades producto los anchos de vía en todo el proyecto.

9. OBSERVACIÓN 7. SE ENCONTRARON OPORTUNIDADES DE MEJORA EN EL SISTEMA DE DRENAJES DE ALGUNOS TRAMOS DEL PROYECTO

En relación con la falta de continuidad del sistema de drenajes, según se muestra en la Fotografía 44 del informe de LanammeUCR, se debe dejar claro que muchas de esas alcantarillas longitudinales a la vía que funcionan para dar acceso a las propiedades frente a la Ruta Nacional 326, fueron colocadas incluso después de haberse finalizado la construcción de las cunetas y/o canales revestidos del proyecto.



AV (4-1)-2020-414

Pérez Zeledón, 06 de agosto del 2020

En la Zona de Pérez Zeledón, por su condición de montaña en la mayoría las rutas existen pendientes bastante pronunciadas, mismas que de forma directa requieren canalización de aguas laterales con cunetas revestidas y la ruta Nacional 329 no es la excepción. Sin embargo, para este proyecto en particular y en apego al informe **MOPT-01-06-02-001-2019 Clasificación ampliada de superficie de ruedo para el registro de la Red Vial Nacional** al incluirse esta ruta dentro de la contratación de mantenimiento rutinario, se podría realizar esas obras de canalización de agua. Cabe destacar que la Ingeniería de Proyecto, ya realizó la gestión correspondiente ante la Secretaría de Planificación Sectorial para que la Ruta Nacional 329 en su sección de control 10852 San Rafael de Platanares – Las Mesas sea consignada dentro de los proyectos de conservación rutinaria.

En cuanto a la aseveración *"Por otra parte, se observa en caso del estacionamiento 0+930, que posee una condición relativamente plana y donde se construyó mayor cantidad de elementos de drenaje y de mayor extensión y continuidad"*, cabe destacar que la construcción del canal revestido mencionado obedece a que en ese sector a lado izquierdo de la ruta se encuentra una vivienda muy por debajo del nivel de la carretera, de manera que si las aguas son se evacúan adecuadamente se convierten en posteriores solicitudes de atención, mismas que se tratan de evitar debido a que para ser solucionadas la Administración no dispone de herramientas técnicas ni legales, una vez que la contratación 2018LA-000020-0006000001 haya finalizado.

En cuanto a los solaques señalados, cabe destacar que como parte del proceso de colocación del mortero, se le solicitó al contratista mejorar esa práctica de manera que en adelante se tuvieron los cuidados necesarios para evitar los desprendimientos del mismo.

Cordialmente,

Administrador Vial
Zona 4-1



Ing. Miguel Ángel Rojas Salas
Ingeniero Encargado Zona 4-1

Consorcio Vieta-Lauher-IAA-Poligonal