



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe: LM-PI-AT-027-17

**Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre:
Ruta Nacional 150 Licitaciones:
2015LA-000016-0GCTT y
005-2015 CONAVI-CNE)**



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
Julio, 2017**

1. Informe Informe en versión final de Auditoría Técnica Informe: LM-PI-AT-027-17	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 150 Licitaciones: 005-2015 CONAVI-CNE y 2015LA-000016-0GCTT).	4. Fecha del Informe Julio, 2017	
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><i>El LanammeUCR realizó auditoría técnica externa en la ejecución de proyectos de construcción y mantenimiento de la red vial nacional, de acuerdo a las disposiciones de la Ley No. 8114 y 8603. En este caso, se presenta el informe LM-PI-AT-027-17 el cual tiene el objetivo de analizar el cartel y especificaciones técnicas, así como evaluar las prácticas constructivas e indicadores de desempeño funcional de los materiales utilizados y obras realizadas. Se presentan los hallazgos y observaciones sobre la auditoría técnica externa realizada a las contrataciones (Contratación por Emergencia 005-2015 CONAVI-CNE y Contrato de Conservación de la Red Vial Nacional en Lastre 2015LA-00001-ODI00) para la atención de la Ruta Nacional 150 desde el sector del Talolinga (R.920) hasta el Piave (R.906). Las visitas de inspección se realizaron durante los días 04, 12 y 27 de octubre, así como 9 de noviembre de 2016 cuando se encontraban en ejecución ambas contrataciones.</i></p> <p><i>Respecto a la contratación 005-2015 CONAVI-CNE, se observó diez tramos o secciones de camino (5.9 km) cuya superficie fue estabilizada con emulsión de rompimiento tipo CSS-1h, donde se ha cumplido el objetivo de reducir la emisión del polvo por el tránsito vehicular cerca de las zonas más pobladas adyacentes a la vía. Se presentan hallazgos respecto a aspectos constructivos como pendiente transversal menor a 2.5% en los tramos estabilizados con emulsión. Se observaron deterioros superficiales, como huecos localizados de hasta 40 cm de diámetro y exudación moderada en algunas zonas de la calzada. El material de secado no fue retirado de la calzada, lo cual genera un riego para el frenado de los vehículos. Se analiza la Orden de Modificación No. 1 donde se registra y justifica el aumento de 31% del monto original del contrato (por reducción de espesor de estabilización, aumento de dosificación de emulsión y aumento de tasa de aplicación de material de secado).</i></p> <p><i>Respecto a la contratación 2015LA-00001-ODI00, se observó tubería de concreto para alcantarillas dañada y colocada con sello en las juntas solo en media circunferencia interna. En las zonas donde se colocó material granular de rodadura se identificó pendiente transversal menor a 6% y deterioros varios como ahuellamientos leves y huecos localizados.</i></p> <p><i>Se realizan varias recomendaciones para asegurar el adecuado desempeño de las obras, entre ellas valorar la realización de reparaciones en los tramos estabilizados con emulsión, en los sitios donde existen deterioros, para evitar mayores daños durante la estación lluviosa del 2017. Se recomienda completar el sello de las juntas de los pasos de alcantarilla en toda la circunferencia interna de acuerdo a lo indicado por el CR-2010.</i></p>		
10. Palabras clave, RN. 150, conservación red vial nacional en lastre, estabilización con emulsión asfáltica, control de polvo, pasos de alcantarilla.	11. Nivel de seguridad: Confidencial	12. Núm. de páginas 51



INFORME EN VERSIÓN FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

LM-PI-AT-027-17 "Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 150. Licitaciones: 2015LA-000016-0GCTT y 005-2015 CONAVI-CNE".

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. CONAVI.

Laboratorio de verificación de calidad: LGC(005-2015 CONAVI-CNE), LGC(2015LA-000016-0GCTT)

Empresas contratistas: Consorcio ALSO-CARIBE: ALSO FRUTALES S.A. Y CONSTRUCTORA CARIBE S.A. (005-2015 CONAVI-CNE), RAASA (2015LA-000016-0GCTT)

Monto original del contrato: ₡287.200.133,43 (005-2015 CONAVI-CNE), ₡123.713.704,77(2015LA-000016-0GCTT),

Plazo original de ejecución: 84 días (005-2015 CONAVI-CNE), 90 días (2015LA-000016-0GCTT),

Plazo ampliado de ejecución: No ha finalizado (005-2015 CONAVI-CNE), No ha finalizado (2015LA-000016-0GCTT)

Proyectos:

- a) 005-2015 CONAVI-CNE "Atención de la ruta nacional con superficie de lastre n° 150, para el control por la contaminación de polvo",
- b) 2015LA-000016-0GCTT "Trabajos para la atención de la Ruta Nacional No. 150 (en lastre),

Coordinador General de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA-LanammeUCR:

Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, PhD.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Audidores Adjuntos: Ing. Mauricio Salas Chaves, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Ing. José David Rodríguez Morera.

Experto técnico: Ing. Alonso Ulate Castillo.

Asesor Legal :

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe: Evaluar el desarrollo y gestión de proyectos para la atención de la red vial nacional de lastre basado en la observación de las prácticas constructivas y su coherencia con las especificaciones del cartel y del contrato asociadas al mantenimiento de algunas de las rutas de lastre de la Región Chorotega, así como la razonabilidad y efectividad de la inversión realizada de los trabajos realizados en los diferentes contratos durante el periodo comprendido entre junio 2016 y la segunda semana del mes de noviembre de 2016 inclusive.



TABLA DE CONTENIDOS

1. FUNDAMENTACIÓN	8
2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	8
3. OBJETIVOS DEL INFORME.....	9
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4. ALCANCE DEL INFORME.....	9
5. METODOLOGÍA	10
6. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA	12
7. ANTECEDENTES	13
PROYECTOS DE CONSERVACIÓN VIAL EN RUTAS DE LASTRE, ZONA 4-1 A Y 4-2B	14
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.....	14
CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL CON SUPERFICIE EN TIERRA Y LASTRE, LÍNEA 13, ZONA 2-4 A, RUTA NACIONAL NO. 152	14
8. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS	14
9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR LM-PI-AT-27B-2017.....	15
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	16
SOBRE LA CONTRATACIÓN POR EMERGENCIA, LICITACIÓN 005-2015 CONAVI-CNE ..	17
OBSERVACIÓN 1. NO SE LOGRÓ COMPROBAR COINCIDENCIA ENTRE LA LONGITUD DE TRAMOS ESTABILIZADOS OBSERVADOS POR EL EQUIPO AUDITOR (DIEZ TRAMOS DE 5.9KM) Y LO REPORTADO EN LAS ESTIMACIONES DE PAGO EN SIGEPRO.....	17
HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ LA CONFORMACIÓN DE LA CALZADA CON PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO) MENOR A 2,5% EN ALGUNAS SECCIONES, ESTO PROVOCA ACUMULACIONES DE AGUA EN CALZADA QUE PUEDEN ACELERAR DETERIORO DE CAPA ESTABILIZADA.....	21
HALLAZGO 2. DETERIORO SUPERFICIAL EN LOS TRAMOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ENTRE LO CUAL SE IDENTIFICA AHUELLAMIENTOS LEVES, PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO, LEVES AGRIETAMIENTOS, DESPRENDIMIENTOS LOCALIZADOS, ALGUNOS HUECOS Y EXUDACION.....	23



HALLAZGO 3. EXISTENCIA DE MATERIAL DE SECADO SIN RETIRAR DE LA CALZADA, LO CUAL GENERA UNA SUPERFICIE RESBALOSA Y CUANDO SE ACUMULA EN LOS BORDES DE LA CALZADA, SE CONVIERTE EN UNA BARRERA PARA EL ADECUADO DRENAJE DE AGUA PLUVIAL HACIA LAS CUNETAS Y ADEMÁS GENERA POLVO. 31

HALLAZGO 4. EROSIÓN DE CUNETA GENERA LA PÉRDIDA DE ANCHO DEL CAMINO Y RIESGO PARA USUARIOS DE LA VÍA. 33

HALLAZGO 5. SE EVIDENCIÓ LA MODIFICACIÓN DEL CONTRATO (MONTO Y PLAZO) POR AUMENTO EN LA DOSIFICACIÓN Y REDUCCIÓN DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE LA CAPA GRANULAR COLOCADA EN TRAMOS, SIN UNA ADECUADA JUSTIFICACIÓN TÉCNICA. 35

HALLAZGO 6. SE EVIDENCIÓ CONFORMACIÓN DE CALZADA CON PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO) MENOR A 6% EN ALGUNAS SECCIONES, LO QUE PODRÍA ACELERAR EL DETERIORO DE LA CAPA GRANULAR COLOCADA..... 39

HALLAZGO 7. SE OBSERVARON TUBOS DE CONCRETO CON DAÑOS PREVIO A SU COLOCACIÓN, TAMBIÉN PASOS DE ALCANTARILLA EXPUESTOS A TRÁNSITO VEHICULAR SIN EL SUFICIENTE RECUBRIMIENTO SOBRE LA CORONA, ASÍ COMO Y RELLENO DE JUNTAS CON MORTERO SOLO EN MEDIA CIRCUNFERENCIA. 41

HALLAZGO 8. SE OBSERVARON DETERIOROS EN LA CAPA DE MATERIAL GRANULAR COMO AHUELLAMIENTOS Y ALGUNOS HUECOS LOCALIZADOS..... 44

CONCLUSIONES.....46

RECOMENDACIONES48

REFERENCIAS.....50



ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. PENDIENTE TRANSVERSAL (“BOMBEO”) DE CALZADA MENOR A 2,5%	22
FOTOGRAFÍA 2. AHUELLAMIENTOS LEVES CON ALTURA MENOR DE 2 CM.....	24
FOTOGRAFÍA 3. PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO EN LA SUPERFICIE DE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO	25
FOTOGRAFÍA 4. AGRIETAMIENTOS LEVES EN EL SELLO SUPERFICIAL DE IMPERMEABILIZACIÓN.	26
FOTOGRAFÍA 5. DESPRENDIMIENTOS EN RIEGO SUPERFICIAL DE IMPERMEABILIZACIÓN. SE OBSERVA PATRÓN EN FRANJAS QUE INDICA POSIBLES DEFECTOS EN APLICACIÓN DE EMULSIÓN ASFÁLTICA DURANTE PROCESO CONSTRUCTIVO (“RIEGO RAYADO”).....	27
FOTOGRAFÍA 6. EXUDACIÓN EVIDENTE EN CAPA DE MATERIAL ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.	28
FOTOGRAFÍA 7. DESPRENDIMIENTOS QUE EMPIEZAN A FORMAR HUECOS EN LA SUPERFICIE DE TRAMO ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA. SE OBSERVAN HUECOS DE HASTA 40 CM DE DIÁMETRO Y 3 CM DE PROFUNDIDAD.	29
FOTOGRAFÍA 8. TRAMOS CON MATERIAL GRANULAR DE ORIGEN CALIZO, ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN DE ROMPIMIENTO LENTO, TIPO CSS-1H.	31
FOTOGRAFÍA 9. MATERIAL DE SECADO DE ORIGEN CALIZO ACUMULADO EN EL CENTRO Y BORDES DE LA CALZADA.....	32
FOTOGRAFÍA 11. SEDIMENTACIÓN DE CUNETAS DEBIDO A EROSIÓN DE TRAMO DE EROSIÓN PREVIO EN CUNETAS.	34
FOTOGRAFÍA 12. EROSIÓN DE CUNETAS EN LADO DERECHO DEL CAMINO CON PROFUNDIDAD DE 50 CM.....	34
FOTOGRAFÍA 13. PENDIENTE TRANSVERSAL DE CALZADA MENOR A 6%.	40
FOTOGRAFÍA 14. TUBERÍA DE CONCRETO PARA PASO DE ALCANTARILLA CON QUEBRADURAS EN CAMPANA Y ACERO DE REFUERZO EXPUESTO.	42
FOTOGRAFÍA 15. RECUBRIMIENTO DE MATERIAL GRANULAR MÍNIMO (APROXIMADAMENTE 30CM) SOBRE LA CORONA DE TUBERÍA DE CONCRETO.....	43
FOTOGRAFÍA 16. RELLENO DE JUNTAS ENTRE TUBOS DE CONCRETO (“SOLAQUEO”) REALIZADO EN MEDIA CIRCUNFERENCIA (“MEDIA LUNA”).	44
FOTOGRAFÍA 17. ZONA DE HUECOS EN LA CAPA GRANULAR DE SUBBASE GRANULAR COLOCADA. SE OBSERVAN HUECOS DE HASTA 50 CM DE DIÁMETRO Y PROFUNDIDADES VARIABLES DE HASTA 5 CM.	45



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. REGISTRO DE VISITAS A PROYECTOS AUDITADOS ENTRE LOS MESES DE JUNIO Y NOVIEMBRE DE 2016.	11
TABLA 2. REGISTRO DE PROYECTOS AUDITADOS SOBRE TRABAJOS EN LA RED VIAL NACIONAL EN LASTRE.....	14
TABLA 3. UBICACIÓN DE TRAMOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE ACUERDO A OBSERVACIÓN EN SITIO POR PARTE DEL LANAMMEUCR.....	19
TABLA 4. REGISTRO DE ESTIMACIONES DE AVANCE PARA EL CONTRATO 005-2015 CONAVI-CNE.	20
TABLA 5. RESUMEN DE ALCANCE DE LA MODIFICACIÓN NO. 1 A LA CONTRATACIÓN POR EMERGENCIA 005-2015.	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SITIOS VISITADOS POR LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA PROYECTOS AUDITADOS EN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE LOS MESES DE JUNIO Y NOVIEMBRE DE 2016.	12
FIGURA 2. MAPA DE UBICACIÓN DE TRAMOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.	18
FIGURA 3. SECCIÓN TÍPICA PARA RUTAS EN LASTRE.....	21
FIGURA 4. CUADRO DE VARIACIÓN INCLUIDO EN LA MODIFICACIÓN NO.1 DEL CONTRATO....	37



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

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"

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 Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial 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." (El subrayado no es del texto original)

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.

La finalidad de este proceso de auditoría técnica 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

El objetivo de este informe de auditoría técnica es informar y dar a conocer a la Administración sobre prácticas constructivas, gestión, calidad de materiales y desempeño en los contratos de la red vial nacional de la lastre de manera que se considere esta condición para la aplicación de mejoras en los procesos constructivos y toma de decisiones técnicas que influyan positivamente en su durabilidad y para considerar mejoras para otros proyectos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la estructuración de documentos del proyecto como el cartel y especificaciones técnicas, ejecutados por el Consejo Nacional de Vialidad y la Comisión Nacional de Emergencias en la red vial nacional de lastre.
- Evaluar prácticas constructivas y calidad de materiales en proyectos de lastre de la red vial nacional para verificar el cumplimiento contractual de las especificaciones establecidas.
- Evaluar parámetros de regularidad y condición superficial en proyectos de rutas de lastre de la red vial nacional ejecutados por el Consejo Nacional de Vialidad y la Comisión Nacional de Emergencias para determinar su desempeño funcional.

4. ALCANCE DEL INFORME

El presente informe tiene como alcance evaluar el desarrollo y gestión de proyectos para la atención de la red vial nacional de lastre. Se basa en la observación de las prácticas constructivas y su coherencia con las especificaciones del cartel y del contrato asociadas al mantenimiento de la Ruta Nacional 150, Zona 2.4 de conservación vial de la Región Chorotega, así como la razonabilidad y efectividad de la inversión realizada de los trabajos realizados en los diferentes contratos durante el periodo comprendido entre junio 2016 y la segunda semana del mes de noviembre de 2016 inclusive.

Se muestra a continuación la lista de proyectos seleccionados de la región de Guanacaste como parte de la Auditoría realizada y en los cuales desarrollan los hallazgos y observaciones:

Informe LM-PI-AT-027-2017	Julio 2017	Página 9 de 51
---------------------------	------------	----------------



- 005-2015 CONAVI-CNE "Atención de la Ruta Nacional con superficie de lastre N° 150, Talolinga (R. 920) – San Lázaro (R. 906) – Pozas (R. 931) – El Piave (R. 906) para el control por la contaminación de polvo"
- Licitación 2015LA-0000016-0GCTT, "Trabajos para la atención de la Ruta Nacional No. 150 (en lastre), secciones de control Nos. 51050, Talolinga (R. 920)-San Lázaro (R. 906); 50470, San Lázaro (R. 906)-Pozas (R. 931); 50782, Pozas (R. 931)-El Piave (R. 906) y 50781, El Piave (906)-Nicoya (R. 21; Zona 2-4)".

Como se indicó anteriormente, el periodo de visitas del equipo auditor a los proyectos auditados se realizó hasta la segunda semana del mes de noviembre del 2016, por lo tanto las afectaciones a los proyectos auditados generadas por el paso del huracán Otto no fueron registradas por el equipo auditor y por lo tanto no forman parte de esta Auditoría.

5. 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 supervisión control de calidad o verificación de calidad, la cual le compete exclusivamente coordinar a la Administración y las demás partes del contrato como Contratista, Laboratorio de Control de Calidad y Administrador Vial de la zona como parte de su obligación contractual y que debe ser ejecutada como una labor de carácter rutinario en el proyecto. 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, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, así como la verificación en sitio de las condiciones indicadas anteriormente durante el proceso constructivo mediante visitas y ensayos de laboratorio.

Las actividades que fueron desarrolladas por el equipo de Auditoría Técnica consistieron en la revisión de los documentos contractuales relacionados con los proyectos, visitas a los diversos frentes de trabajo y programación de muestreos a los materiales, evaluación del desempeño de las actividades ejecutadas, revisión estimaciones de pago, órdenes de suspensión y ampliación de montos y plazos de contratos.

Dentro de las actividades mencionadas anteriormente, el equipo auditor se apoya en visitas a los sitios de obras para observar la condición de la vía, así como de los trabajos realizados



y evaluar efectividad de la inversión realizada en términos del desempeño de las actividades de atención a las rutas de lastre ejecutadas.

En la Tabla 1 se muestra un listado de las visitas técnicas de fiscalización, realizadas por la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura en Transporte (PITRA) del LanammeUCR, a partir de las cuales se fundamenta el presente informe. En el mapa de la Figura 1 se indican los sitios visitados en las giras realizadas por el equipo auditor para la elaboración del presente informe.

Tabla 1. Registro de visitas a proyectos auditados entre junio y noviembre de 2016.

Zona CV	Ruta	Contrato	Contratista	Monto original del contrato	Fecha de visitas (Junio-setiembre de 2016)
Zona 2-4, Nicoya	150	005-2015 CONAVI-CNE	Consorcio ALSO-CARIBE: ALSO FRUTALES S.A. Y CONSTRUCTORA CARIBE S.A.	287.200.133,43	23 de junio 04 de octubre 12 de octubre 27 de octubre 9 de noviembre
		015LA-000016-0GCTT	RAASA		123.713.704,77

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) del CONAVI, el cual constituye un registro virtual utilizado por la Administración para la documentación y gestión de los proyectos auditados.

Las actividades descritas 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.

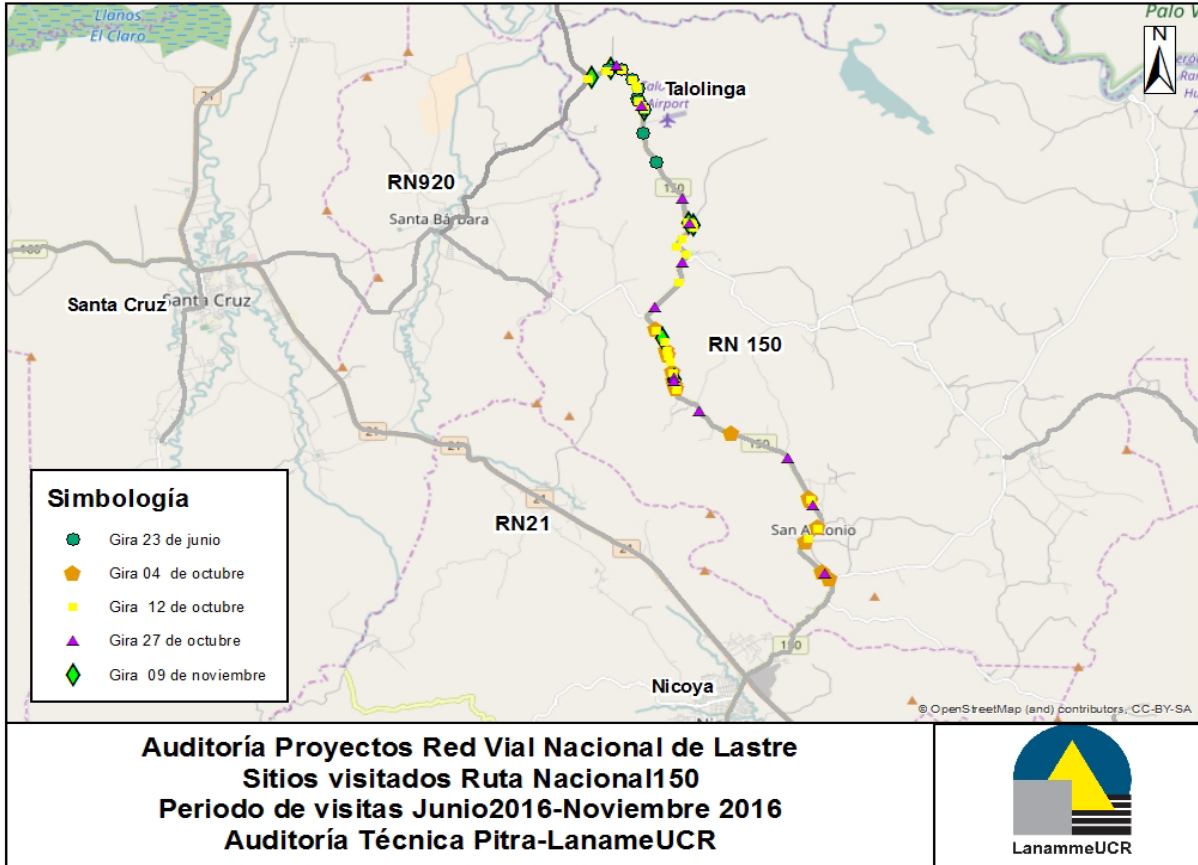


Figura 1. Sitios visitados por la Unidad de Auditoría Técnica proyectos auditados en periodo comprendido entre los meses de junio y noviembre de 2016. Fuente: UAT-LanameUCR

6. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

Los carteles de licitación de los proyectos, 005-2015 CONAVI-CNE y 2015LA-000016-0GCTT, establecen que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas contenidas en los siguientes documentos contractuales:

- El Cartel de Licitación, sus modificaciones y aclaraciones.
- La oferta del adjudicatario y cualquier manifestación que este realizare con posterioridad a la apertura de las ofertas y que fuere aceptada por la Administración.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).



- 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

7. ANTECEDENTES

La Unidad de Auditoría del LanammeUCR, en años anteriores ha realizado informes de auditorías técnicas 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 relastrado contaminado con basura y que no cumple con las especificaciones, conformación de superficie sin control de niveles, señalización insuficiente, entre otros. Los informes elaborados por esta Auditoría Técnica sobre trabajos de atención a la Red Vial Nacional en Lastre se encuentran los indicados en la Tabla 2.

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 por parte de los Contratistas de las disposiciones y regulaciones técnicas descritas en los carteles de licitación y contrataciones vigentes.



Tabla 2. Registro de proyectos auditados sobre trabajos en la Red Vial Nacional en Lastre.

Informe	Nombre del informe
LM-AT-141-09	Proyectos de Conservación Vial en Rutas de Lastre, Zona 4-1 A y 4-2B
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.
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
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-Villarreal
LM-AT-015-17	Fiscalización contratos de la Red Vial Nacional de Lastre: Ruta Nacional 920(2015LA-000001-0DI00), Ruta Nacional 935 (2015LA-000039-0GCTT)

8. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

Se describe a continuación de forma breve el alcance de los proyectos auditados mediante las siguientes contrataciones:

Contratación por Emergencia, Licitación 005-2015 CONAVI-CNE

El proyecto es una contratación por emergencia para la realización de actividades en la Ruta Nacional con superficie de lastre No. 150, Talolinga (R. 920)-San Lázaro (R. 906)-Pozas (R. 931)-El Piave (R. 906) para el control por la contaminación de polvo.

La licitación 005-2015 CONAVI-CNE indica las actividades requeridas para reacondicionamiento de calzada, cunetas y espaldones; excavación en la vía, material de secado; suministro transporte y colocación de material granular expuesto para superficie de ruedo; estabilización de materiales granulares y suministro de emulsión asfáltica tipo CSS-1H (catiónica de rompimiento lento).

Contratación para Conservación Vial, Licitación 2015LA-000016-0GCTT

El proyecto incluye la realización de actividades de conservación en la Ruta Nacional No. 150 (en lastre), secciones de control Nos. 51050, Talolinga (R. 920)-San Lázaro (R. 906); 50470, San Lázaro (R. 906)-Pozas (R. 931); 50782, Pozas (R. 931)-El Piave (R. 906) y 50781, El Piave (906)-Nicoya (R. 21; Zona 2-4)

Informe LM-PI-AT-027-2017	Julio 2017	Página 14 de 51
---------------------------	------------	-----------------



El cartel de licitación indica las actividades de excavación en la vía y para estructuras; suministro y colocación de material de préstamo selecto (caso 2); suministro y colocación de subbase de agregados graduación especial (caso 2), reacondicionamiento (subrasante); suministro y colocación de concreto estructural clase A (225kg/cm²); suministro y colocación de tubería de alcantarillado de 760 y 900 mm; descuaje de árboles y limpieza de tomas, cabezales y alcantarillas; entre otros.

9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR LM-PI-AT-27B-2017

De acuerdo, con los procedimientos de la auditoría técnica del PITRA-LanammeUCR, este informe en versión preliminar LM-PI-AT-27B-2017, fue remitido a la Administración el día 12 de mayo, mediante oficio LM-AT-065-2017, para que fuera analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y en el cual se estableció la fecha de presentación oral del informe para el día 16 de mayo de 2017 en las instalaciones del LanammeUCR. A partir de esta fecha se le otorgó un plazo de 15 días hábiles a la Administración para que se refiriera al informe preliminar de forma escrita. La presentación fue dirigida a la parte auditada con el fin de que se conocieran con mayor claridad el alcance de la auditoría técnica y se comentara o aclarara cualquier elemento de importancia para la Administración acerca de del informe.

Los funcionarios del CONAVI presentes durante la presentación fueron los siguientes: Diego Vásquez Sánchez, Sarita Monge Conejo y Reynaldo Mata Carranza por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes; Jeyfer Martínez Blanco por parte del Departamento de Auditoría Interna.

Los funcionarios del LanammeUCR presentes fueron los siguientes: Owen Gooden Morales y Miguel Chacón Alvarado (asesores legales) y los auditores encargados del informe, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, José David Rodríguez Morera, Luis Diego Herra Gómez, Alonso Ulate Castillo, Mauricio Salas Chaves y la coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica-PITRA LanammeUCR, la Ing. Wendy Sequeira Rojas.

A solicitud de la Gerencia de Conservación de Vías mediante oficio GCSV-70-2017-2173 del 31 de mayo de 2017, se solicita una extensión en el plazo para la presentación del descargo el cual se concedió para el día 12 de junio de 2017.

A la fecha límite anteriormente no se recibió el descargo de la Administración, por lo que en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, se procedió entonces a elaborar el informe de auditoría técnica LM-PI-AT-27-2017 en su versión final, para ser enviado a las instituciones que indica la ley.



10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos declarados 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 los hallazgos y observaciones, podrán ser incluidas en la aplicación de acciones correctivas y preventivas, que adviertan sobre el riesgo potencial del incumplimiento.

Como parte de un seguimiento respecto de los hallazgos encontrados en diferentes informes de Auditoría Técnica, el LanammeUCR específicamente a través de la Unidad de Auditoría Técnica del Programa de Infraestructura en Transporte (PITRA), ha cumplido una labor fiscalizadora mediante visitas a los diferentes proyectos seleccionados donde se contemplan actividades de conservación vial necesarias para buscar un eficiente y seguro funcionamiento de la Red Vial de Lastre.

En el presente apartado del informe, se detallan los hallazgos y observaciones que surgieron del análisis de información y prácticas constructivas realizadas bajo algunas de las contrataciones directas para la conservación en la red vial de lastre para la región de Guanacaste.



SOBRE LA CONTRATACIÓN POR EMERGENCIA, LICITACIÓN 005-2015 CONAVI-CNE

OBSERVACIÓN 1. NO SE LOGRÓ COMPROBAR COINCIDENCIA ENTRE LA LONGITUD DE TRAMOS ESTABILIZADOS OBSERVADOS POR EL EQUIPO AUDITOR (DIEZ TRAMOS DE 5.9KM) Y LO REPORTADO EN LAS ESTIMACIONES DE PAGO EN SIGEPRO.

Durante las visitas realizadas a la RN.150 durante los días 04,12 y 27 de octubre 2016, así como el 9 de noviembre 2016, desde la localidad de Talolinga (RN.920) hasta el Piave (RN.906), se identificaron diez tramos o secciones del camino con evidencia de realización de trabajos de estabilización de material granular para superficie de ruedo con emulsión asfáltica. Se identificó que estos tramos se han construido efectivamente en las cercanías de las zonas con mayor población adyacente al camino. Lo anterior de acuerdo al objeto de contratación planteado en el cartel de esta contratación, el cual indica textualmente en su apartado 3 del Capítulo I Condiciones Generales:

*“El objeto de este procedimiento es contratar una persona jurídica con capacidad técnica y legal para llevar a cabo los trabajos para la “Atención de la Ruta Nacional con superficie de lastre No. 150, Talolinga (R.920)-San Lázaro (R.960)-Pozas (R.931)-El Piave (R.906) **para el control por contaminación de polvo**”. En términos generales, la contratación incluye la colocación de material granular expuesto para superficie de ruedo; estabilización de materiales granulares con emulsión asfáltica tipo CSS-1h (catiónica de rompimiento lento).”*

La Tabla 3 y Figura 2 muestra la ubicación de los tramos estabilizados de acuerdo a los estacionamientos medidos en sitio por el LanammeUCR. La longitud total estimada de camino con superficie de ruedo estabilizada es de aproximadamente 5,9 km.

Por otra parte, se realizó la revisión de las estimaciones de avance, registradas en el Sistema de Gestión de Proyectos (SIGEPRO) del CONAVI, donde se indica que el proceso de estabilización de material granular expuesto para superficie de rodadura, se realizó entre abril, agosto y setiembre de 2016, específicamente en la Estimaciones 3.1, 4 y 5. De acuerdo a esta base de datos, la actividad *CR.309.02.CNE Estabilización de materiales granulares* reporta una ejecución de 36.898 m².

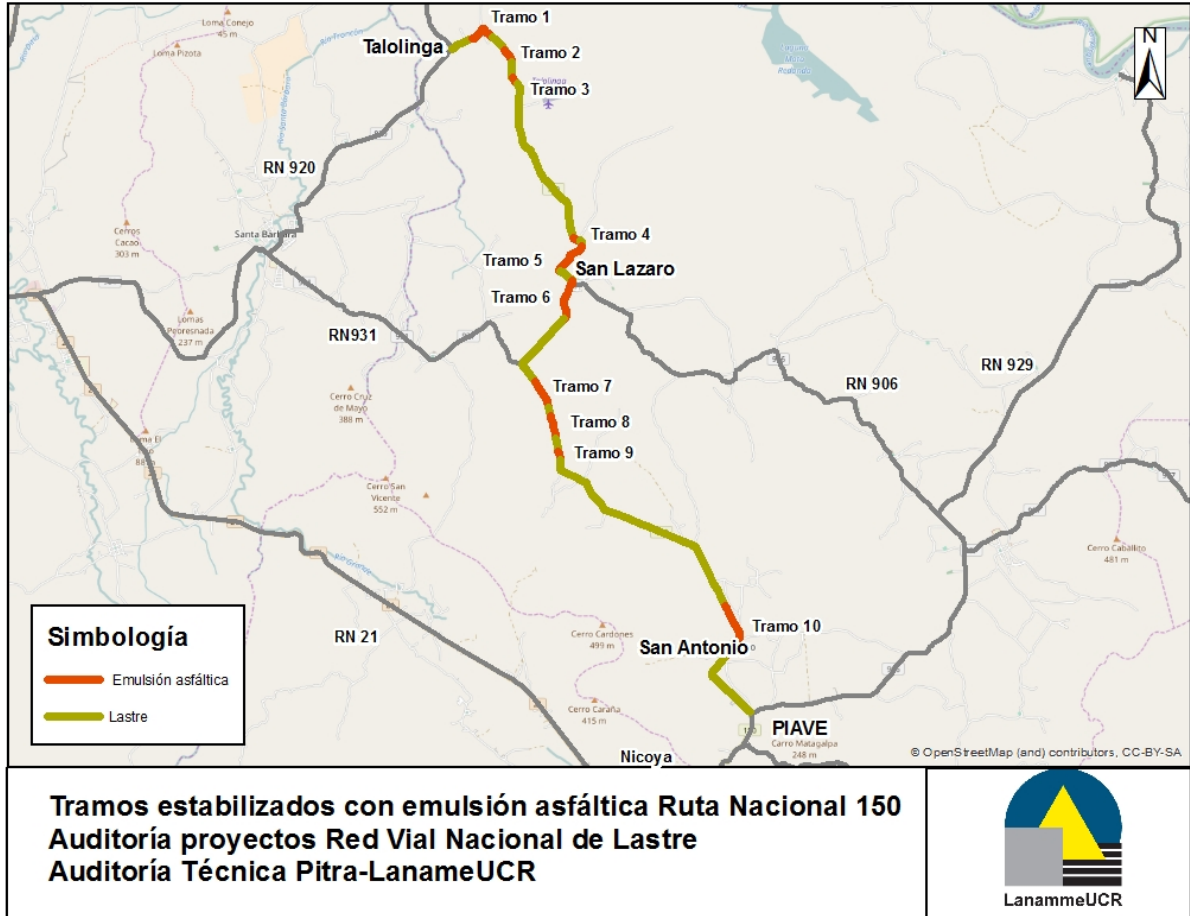


Figura 2. Mapa de ubicación de tramos estabilizados con emulsión asfáltica.

Los registros de avance encontrados en SIGEPRO hasta la Estimación de Avance 5, indican que la ubicación de los trabajos correspondientes a la actividad de estabilización de material granular para superficie de rodadura es la que se muestra en la Tabla 4. De acuerdo a esto, llama la atención del equipo auditor algunos registros en SIGEPRO, principalmente en las Estimaciones 4 y 5, debido a lo siguiente:

- Fechas de intervención diferente para mismos estacionamientos y longitud resultante de trabajo igual (ver celdas en amarillo de Tabla 4)
- Fecha de intervención diferente para estacionamientos diferentes y longitud resultante de trabajo igual (ver celdas de color verde, celeste y gris de Tabla 4)
- Misma fecha de intervención para estacionamientos diferentes y longitud resultante de trabajo diferente (ver celdas con letra en color rojo de Tabla 4)



Esta observación se realiza con el objetivo de avisar a la Ingeniería de Proyecto sobre posibles inconsistencias en los registros de las estimaciones de avance, para que realice las revisiones correspondientes y determine si los registros corresponden efectivamente a lo ejecutado y pagado o en su defecto defina la razón de las diferencias registradas.

El equipo auditor no logró evacuar las dudas acerca del registro de fechas y estacionamientos indicados en la Tabla 4, ni conciliar la longitud de tramos estabilizados observada por el equipo auditor respecto a lo registrado en SIGEPRO. Tampoco se logró determinar con mayor detalle el criterio utilizado para la ubicación de los tramos a estabilizar, más allá de que se ubicaran en las zonas pobladas. Todo lo anterior debido a que no se logró establecer un canal de comunicación oportuno y eficiente con la Ingeniería de Proyecto o el Director Regional de la Zona de Conservación 2-4, esto a pesar de repetidos intentos del equipo auditor.

Tabla 3. Ubicación de tramos estabilizados con emulsión asfáltica de acuerdo a observación en sitio por parte del LanammeUCR.

Tramo	Estacionamiento	Longitud (m)	Sección de Control
1	0+415	600	51050: Talolinga – San Lázaro
	1+015		
2	1+425	315	50470: San Lázaro - Pozas
	1+740		
3	2+410	138	50470: San Lázaro - Pozas
	2+272		
4	6+130	168	50470: San Lázaro - Pozas
	6+298		
5	6+430	807	50470: San Lázaro - Pozas
	7+237		
6	7+580	935	50782: Pozas – El Piave
	8+515		
7	10+392	659	50782: Pozas – El Piave
	11+051		
8	11+229	515	50782: Pozas – El Piave
	11+744		
9	12+742	500	50782: Pozas – El Piave
	12+242		
10	17+517	1352	50782: Pozas – El Piave
	18+869		
Total		5989	

Fuente: LanammeUCR



Tabla 4. Registro de estimaciones de avance para el contrato 005-2015 CONAVI-CNE.

Estimación	Fecha	Sección Control	Estación Inicio	Estación Final	Longitud (m)	Total (m)
3.1	23/04/2016	51050	0+755	1+085	330	2426
	29/04/2016	51050	6+161	6+765	604	
	24/04/2016	51050	1+085	2+275	1190	
	28/04/2016	51050	2+792	2+942	150	
	20/04/2016	51050	0+603	0+755	152	
4	26/08/2016	50470	7+773	8+678	905	5879
	24/08/2016	51050	6+480	7+270	790	
	23/08/2016	51050	6+480	7+270	790	
	25/08/2016	51050	6+480	7+270	790	
	27/08/2016	50782	10+887	11+538	651	
	30/08/2016	50782	11+726	12+377	651	
	28/08/2016	50782	10+887	11+538	651	
	29/08/2016	50782	10+887	11+538	651	
5	16/09/2016	50782	12+525	12+690	165	10045
	13/09/2016	50782	17+346	19+234	1888	
	17/09/2016	50782	11+726	12+377	651	
	18/09/2016	50782	17+346	19+234	1888	
	17/09/2016	50782	17+847	18+697	850	
	16/09/2016	50782	17+346	19+234	1888	
	09/09/2016	50470	7+773	8+678	905	
	08/09/2016	50470	7+773	8+678	905	
	09/09/2016	50470	7+773	8+678	905	
Total (m)						18350

Fuente: Adaptado de SIGEPRO, CONAVI.



HALLAZGO 1. SE EVIDENCIÓ LA CONFORMACIÓN DE LA CALZADA CON PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO) MENOR A 2,5% EN ALGUNAS SECCIONES, ESTO PROVOCA ACUMULACIONES DE AGUA EN CALZADA QUE PUEDEN ACELERAR DETERIORO DE CAPA ESTABILIZADA.

La pendiente transversal (bombeo) de la calzada es uno de los elementos constructivos más importantes para que una capa de material granular expuesto o estabilizado, presente el desempeño y durabilidad esperada. El bombeo es el primer elemento del camino, que permite el adecuado drenaje de agua pluvial hacia las cunetas y pasos de alcantarilla. De acuerdo a lo recomendado por *Manual de construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica MC-2002*, un camino con superficie expuesta (material granular) debe tener una pendiente transversal de 6% a 8% y un camino con superficie pavimentada (asfalto, concreto) debe contar con una pendiente transversal de 2% a 3%.

La sección típica del camino indicado en el cartel de Contratación por Emergencia No. 005-2015 CONAVI-CNE, en el Capítulo II Condiciones Específicas, Apartado 2.5, no especifica claramente la pendiente transversal ni ancho de la calzada, como se observa en la Figura 3.

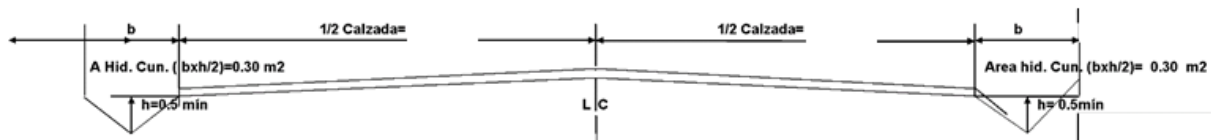
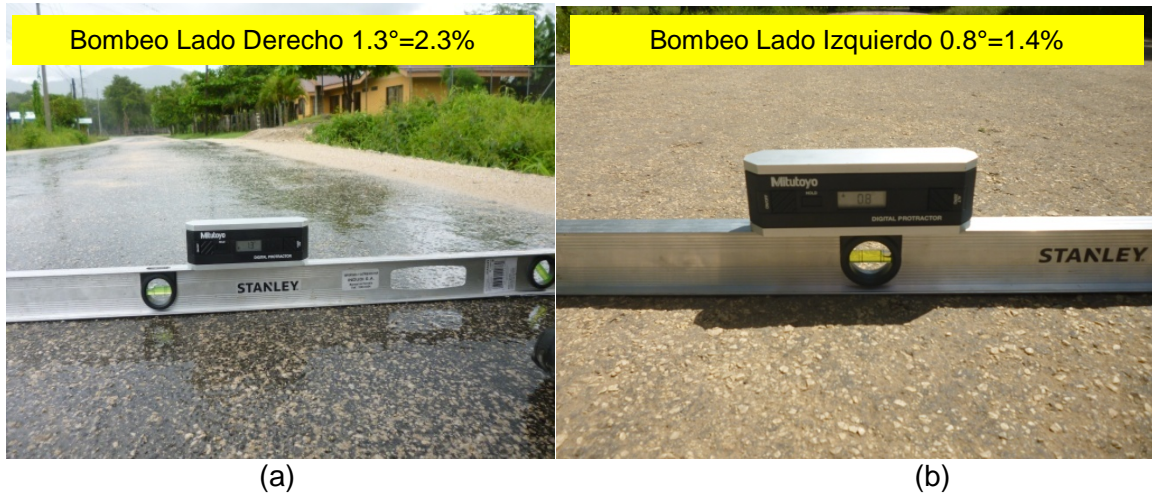


Figura 3. Sección típica para rutas en lastre.

Fuente: Cartel Contratación por Emergencia No. 005-2015 CONAVI-CNE.

Se observó que existen algunas zonas donde el bombeo no llega a 2,5%, el cual se considera el mínimo esperado, al tratarse tramos estabilizados con emulsión asfáltica que proveen una superficie de ruedo impermeabilizada. En la Fotografía 1(a) y (b) se muestran dos ejemplos donde se midieron bombeos de 2,3% y 1,4% en los estacionamientos 18+460 y 6+560, respectivamente.



Fotografía 1. Pendiente transversal (“bombeo”) de calzada menor a 2,5%

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782 y 51050, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 18+460 y 6+560 respectivamente.

Fecha: 04-10-2016 y 27-10-2016 respectivamente. Fuente: LanammeUCR.

El equipo auditor considera que se debe prestar mayor atención a la verificación de la pendiente transversal del camino durante el proceso constructivo, tanto en los tramos estabilizados como los que se dejan con material granular expuesto o donde simplemente se conforma la calzada existente como parte del mantenimiento de la vía.

Dada la importancia del bombeo como elemento constructivo básico de un camino y a pesar de la omisión identificada en el cartel de contratación, el equipo de auditores realizó algunas mediciones del bombeo para obtener información acerca de la conformación de la calzada en los tramos estabilizados, específicamente en secciones rectas.

El aseguramiento del cumplimiento del bombeo mínimo requerido permitirá el adecuado drenaje del agua pluvial hacia las cunetas y pasos de alcantarilla, lo cual evita acumulaciones de agua sobre la superficie de rueda, la humedad deteriora el material granular, generando deformaciones y huecos.

Se recomienda que la inspección de proyecto verifique la pendiente transversal cada 200 m, para asegurar que se cumpla con un mínimo de 2,5 % en tramos estabilizados con emulsión de rompimiento lento, y un mínimo de 6,0% donde se coloque material granular de rodadura expuesto o sólo se conforme la calzada existente.



HALLAZGO 2. DETERIORO SUPERFICIAL EN LOS TRAMOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA, ENTRE LO CUAL SE IDENTIFICA AHUELLAMIENTOS LEVES, PÉRDIDA DE RECUBRIMIENTO DE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO, LEVES AGRIETAMIENTOS, DESPRENDIMIENTOS LOCALIZADOS, ALGUNOS HUECOS Y EXUDACION.

El equipo auditor inspeccionó los tramos de material granular estabilizado con emulsión asfáltica tipo CSS-1h los días 04, 12 y 27 de octubre 2016, así como el 09 de noviembre de 2016. Para estas fechas los tramos estabilizados más antiguos o construidos de acuerdo con la Estimación 3.1 correspondiente a abril 2016, contaban con aproximadamente seis meses de operación, mientras que los tramos construidos más recientemente respecto a las visitas realizadas por el equipo auditor, contaban solamente con un mes de servicio.

Durante las visitas realizadas, se observó que la mayor parte del área estabilizada se encuentra en buenas condiciones superficiales, sin embargo se identificó una serie de deterioros superficiales incipientes en los tramos estabilizados. El equipo auditor considera que estos deterioros pueden conducir a mayores daños, sobre todo cuando se alcance la época lluviosa y la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica se vea sometido a un estado de saturación, aún más considerando que se ha utilizado agregado calizo cuya interacción electrostática no es ideal con la emulsión utilizada como se comenta más adelante.

A continuación, se resumen seis de los principales deterioros observados por el equipo auditor durante las visitas del equipo auditor realizadas:

1. Ahuellamientos leves

En la Fotografía 2 (a) y (b) se pueden observar ahuellamientos con profundidad aproximada de 2 cm. Si bien estos ahuellamientos son leves, al combinarse con las bajas pendientes transversales (bombeo) observadas en algunas zonas, podría generar acumulaciones de agua en la superficie de ruedo, como se observa en la Fotografía 2 (a) correspondiente al estacionamiento 17+550. La humedad se concentra en estas zonas, se filtra y produce deterioros como de ahuellamientos en la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica.



(a)

(b)

Fotografía 2. Ahuellamientos leves con altura menor de 2 cm.

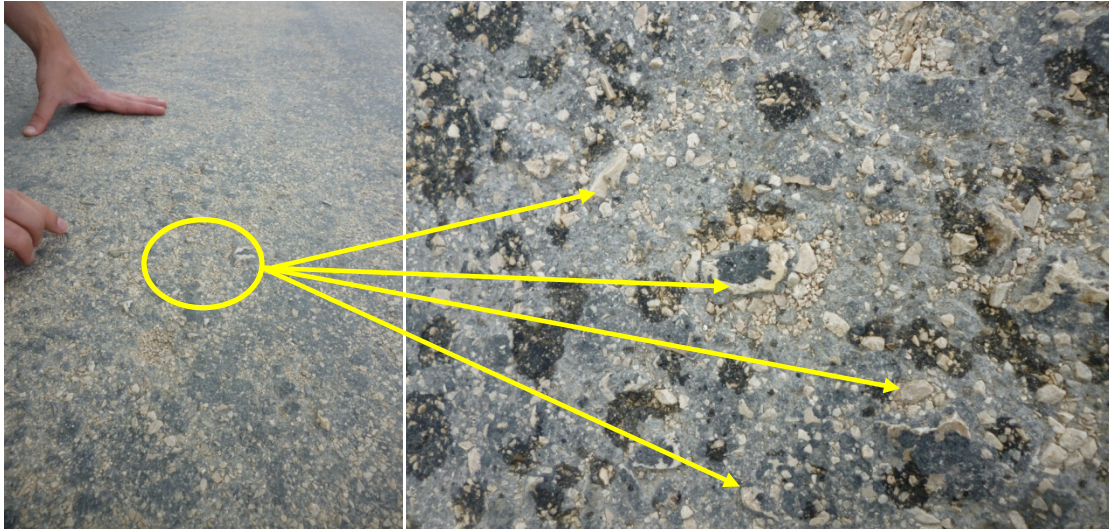
Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetros 17+550 y 12+140 respectivamente.

Fecha: 04-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

2. Pérdida de recubrimiento asfáltico

El equipo auditor observó la pérdida del recubrimiento asfáltico en la superficie de las partículas del agregado, lo cual ocurre de forma generalizada en todos los tramos estabilizados. La Fotografía 3 muestra un ejemplo de cómo comienza a desprenderse el recubrimiento asfáltico y se observa la superficie de las partículas de agregado calizo.

Este comportamiento puede atribuirse, entre otros factores, a la interacción electrostática agregado calizo-asfalto ya mencionada, humedad en la superficie de la capa estabilizada, un riego de impermeabilización superficial no uniforme y el efecto abrasivo del tránsito vehicular. Las partículas que pierden el recubrimiento asfáltico tienden a soltarse de la superficie de la capa estabilizada, generando desprendimientos y por lo tanto una reacción en cadena, ya la humedad penetra fácilmente, al no encontrar obstáculo que impermeabilice, se deteriora el interior de la capa estabilizada, se bombean los finos, se sueltan las partículas más gruesas y por lo tanto se producen deformaciones y huecos.



Fotografía 3. Pérdida de recubrimiento asfáltico en la superficie de las partículas de agregado

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 19+000.

Fecha: 04-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

3. Agrietamientos leves

Se observaron algunas zonas localizadas con agrietamientos leves en el sello final de impermeabilización. Estos agrietamientos coinciden en algunos casos con los ahuellamientos ya mencionados como se observa en la Fotografía 4. El equipo auditor considera que estos deterioros se deben a que el sello superficial de impermeabilización se vuelve muy rígido al combinarse con el material de secado que se distribuye al final del proceso constructivo y cuando se generan ahuellamientos leves, como los mencionados anteriormente, tiende a agrietarse y desprenderse.

El equipo auditor continuará dando seguimiento a estos deterioros para observar su evolución y determinar con mayor precisión sus causas.



Fotografía 4. Agrietamientos leves en el sello superficial de impermeabilización.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 11+425.

Fecha: 12-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

4. Desprendimientos

Se observaron desprendimientos del sello superficial de impermeabilización en patrón de franjas longitudinales como se muestra en la Fotografía 5 (a) y (b). Los desprendimientos son evidentes y posiblemente se extenderán con la erosión y abrasión del tránsito vehicular y con la humedad cuando inicie la época lluviosa, produciendo huecos.

Esto sugiere que el proceso constructivo en su fase de riego de emulsión, podría no haber sido uniforme, de acuerdo a lo solicitado por el cartel en el Capítulo II, Condiciones Específicas, apartado 2.3.e Estabilización de materiales granulares con emulsión asfáltica tipo CSS-1H (Catiónica de rompimiento lento), donde se indica:

“En la aplicación de la emulsión asfáltica, la velocidad del camión distribuidor deberá ser calibrada, para garantizar un riego continuo y uniforme del ligante a lo largo y ancho de la superficie de ruedo y cumplir con la dosificación conforme a la fórmula de trabajo establecida.”

Estos desprendimientos podrían agravarse si existe la incompatibilidad mencionada anteriormente entre el material calizo y la emulsión catiónica.



(a)

(b)

Fotografía 5. Desprendimientos en riego superficial de impermeabilización. Se observa patrón en franjas que indica posibles defectos en aplicación de emulsión asfáltica durante proceso constructivo (“riego rayado”).

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 51050, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 6+130.

Fecha: 12-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

5. Exudación

Se observó exudación en la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica, específicamente en un tramo estabilizado recientemente respecto a la visita técnica realizada el 27 de octubre de 2016. La Fotografía 6 muestra como se marca la huella del zapato al pisar la superficie de la calzada. Además, en este tramo se observó que el material de secado, que se coloca para mitigar la exudación, se había desplazado a los lados de la calzada debido al tránsito vehicular.

El equipo auditor considera que la ocurrencia de estos deterioros puede atribuirse a una dosificación excesiva de emulsión asfáltica, durante el proceso de estabilización de la capa de material granular. La exudación puede provocar deformaciones en la superficie del tramo estabilizado, sobre todo ante las altas temperaturas ambientales típicas de Guanacaste, así como generar una superficie de ruedo muy lisa, donde puede reducirse la resistencia al desplazamiento de los vehículos, lo cual genera un riesgo para los usuarios de la vía.



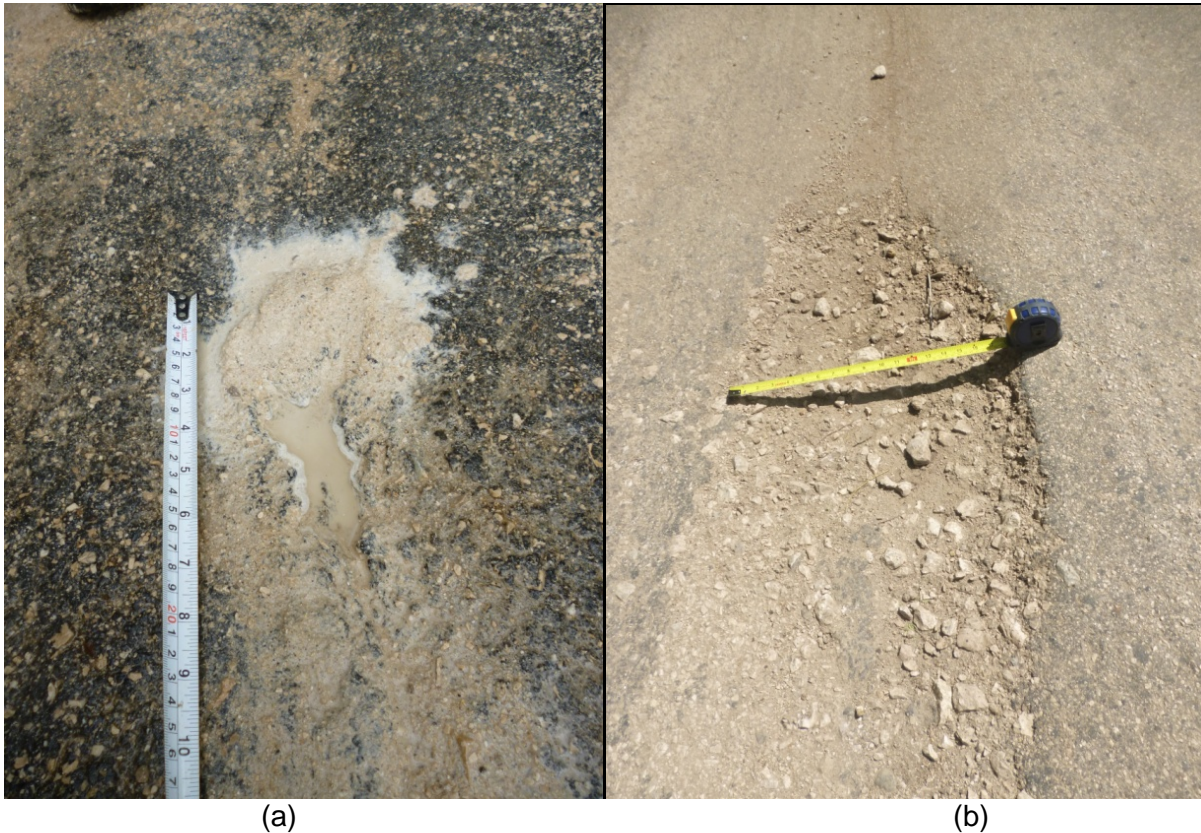
Fotografía 6. Exudación evidente en capa de material estabilizado con emulsión asfáltica.
Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 12+360.
Fecha: 27-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

6. Huecos

Se identificaron varios huecos localizados en los tramos estabilizados con emulsión asfáltica. Si bien, la mayoría de los huecos evidenciados eran pequeños y superficiales, hasta el momento de la última inspección del equipo auditor, como el que se observa en la Fotografía 7 (a), ya se empezaban a observar varios huecos de mayor tamaño y profundidad como el que se muestra en la Fotografía 7(b), que tenía 40 cm de diámetro y 3 cm de profundidad.

Durante la visita del 04 de octubre 2016 se presentaron precipitaciones, como se muestra en la Fotografía 7(a), esto permitió observar como en algunos huecos la humedad penetra hacia la capa granular estabilizada y hacia el espesor de material granular no estabilizado. Además, la mayoría de huecos que se observaron se ubican prácticamente en el centro de la calzada, posiblemente cerca de la junta de construcción entre paños de estabilización del material granular con emulsión asfáltica.

Se recomienda a la Administración valorar la reparación de los huecos existentes lo antes posible, ya que de no corregirse estos deterioros, cuando se presenten precipitaciones, la humedad penetrará en la capa granular estabilizada y en el espesor no estabilizado, deteriorando aceleradamente los tramos donde se realizaron estos trabajos.



Fotografía 7. Desprendimientos que empiezan a formar huecos en la superficie de tramo estabilizado con emulsión asfáltica. Se observan huecos de hasta 40 cm de diámetro y 3 cm de profundidad.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetros 17+550 y 17+694 respectivamente.

Fecha: 04-10-2016 y 12-10-2016 respectivamente. Fuente: LanammeUCR.

Sobre el uso de agregado calizo y emulsión asfáltica tipo CSS-1H

El equipo auditor considera que uno de los factores que pueden influir en el desempeño de los tramos estabilizados es la utilización de material granular calizo con la emulsión asfáltica de rompimiento tipo CSS-1H (catiónica de rompimiento lento). Lo cual podría generar una interacción no ideal que puede afectar el desempeño de los tramos estabilizados.

El cartel de la Contratación por Emergencia No. 005-2015 indica en el Capítulo II, Condiciones Específicas, en su apartado 2.3.d que el agregado a colocar como material de superficie de ruedo expuesta sea: “...de características uniformes, libres de terrones de



arcilla, materia orgánica u otros elementos indeseables.”. Además, indica que las especificaciones de calidad a reunir son las siguientes:

- *Granulometría: tamaño máximo 7cm.*
- *Fracción que pasa tamiz 40 con Índice de plasticidad de 6 a 12 y Límite Líquido menor a 35 (AASHTO T-90)*
- *CBR mayor de 20% (AASHTO T-193)*
- *Peso unitario volumétrico mayor a 1200 kg/m³*
- *Desgaste por abrasión Los Ángeles menor a 50% (AASHTO T-96)*

A pesar que el cartel no se refiere al origen del agregado a utilizar para estos trabajos, el equipo auditor considera que el uso de agregado calizo con la emulsión asfáltica de rompimiento lento tipo CSS-1h (catiónica de rompimiento lento) no ha generado buenos resultados en usos previos. El LanammeUCR realizó seguimiento a un proyecto del PRVC-I MOPTBID entre 2013 y 2015, donde se presentaron deterioros similares a tres meses de construido el proyecto. El camino específicamente corresponde al código 5-09-090 Santa Rita-San Pablo del cantón de Nandayure, Guanacaste, donde se utilizó agregado muy similar para construir un sello integrado anti erosión con emulsión de rompimiento lento tipo (CSS-1H).

Este comportamiento podría deberse a varias razones que incluyen uso de agregado sucio, uso de agregado si humedecer que provoca problemas de rompimiento prematuro de la emulsión y poco recubrimiento; hasta una interacción electrostática no ideal entre la emulsión asfáltica catiónica de rompimiento lento (CSS-1h) y el agregado calizo el cual podría tener carga predominantemente positiva. A manera de referencia en el documento (National Cooperative Research Board Report 680, 2011) recomiendan el uso de emulsiones catiónicas con agregados que presenten carga negativa y emulsiones aniónicas con agregados de cargas positivas, esto para evitar la posible incompatibilidad electrostática.

La Fotografía 8 muestra dos tramos estabilizados, donde se observa la coloración clara o blancuzca, producida por la utilización de material granular de origen calizo para la estabilización con emulsión asfáltica de rompimiento lento tipo CSS-1h. Además, se mantiene en sitio el material de secado sobre la superficie de ruedo, el cual también es de origen calizo.

Se recomienda que en futuras contrataciones se considere analizar el origen de los agregados a estabilizar para valorar su comportamiento e interacción al combinarlos con la emulsión asfáltica tipo CSS-1h (catiónica de rompimiento lento). Esto se puede realizar por



medio de pruebas de laboratorio que se encuentran recomendadas en el documento (Ulloa & Munera, 2014).

El equipo auditor dará seguimiento a los tramos estabilizados en la RN. 150 para determinar con mayor detalle su desempeño y durabilidad en los próximos meses, incluyendo la época lluviosa.



(a)

(b)

Fotografía 8. Tramos con material granular de origen calizo, estabilizados con emulsión de rompimiento lento, tipo CSS-1h.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782 y 51050, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 12+140 y 1+015 respectivamente.

Fecha: 04-10-2016 y 12-10-2016 respectivamente. Fuente: LanammeUCR.

HALLAZGO 3. EXISTENCIA DE MATERIAL DE SECADO SIN RETIRAR DE LA CALZADA, LO CUAL GENERA UNA SUPERFICIE RESBALOSA y CUANDO SE ACUMULA EN LOS BORDES DE LA CALZADA, SE CONVIERTE EN UNA BARRERA PARA EL ADECUADO DRENAJE DE AGUA PLUVIAL HACIA LAS CUNETAS Y ADEMÁS GENERA POLVO.

El equipo auditor observó que el material de secado sobrante, colocado sobre la superficie del material granular estabilizado con emulsión asfáltica en la RN. 150 se encontraba sin retirar en todos los tramos donde se colocó. Además, se había desplazado hacia los lados de la calzada debido a la acción del tránsito vehicular.



El cartel de la Contratación por Emergencia No. 005-2015 CONAVI-CNE en su Capítulo II Condiciones Específicas, apartado 2.3.c Material de secado, indica textualmente:

“Después de la compactación del material de secado, la superficie deberá ser ligeramente barrida y mantenida por un periodo de 4 (cuatro) días. El mantenimiento de la superficie deberá incluir la distribución de la capa de agregado sobre la superficie para que se absorba cualquier material bituminoso excedente y cubrir cualquier área deficiente de la capa de agregado. El mantenimiento deberá ejecutarse con cuidado para evitar el desplazamiento del material ya incorporado en la capa.”

Dado lo anterior, se considera que no se ha cumplido con la especificación del cartel en cuanto al mantenimiento del material de secado como se muestra en las Fotografía 9 (a) y (b). El material de secado se observa desplazado hacia los lados de la calzada, donde deja de cumplir su función de mitigar exudaciones. Además, retiene humedad cuando llueve e impide el adecuado drenaje del agua pluvial hacia las cunetas.

Se recomienda retirar el material de secado de manera oportuna, luego de transcurridos los cuatro días indicados en el cartel del contrato, ya que puede convertirse en un riesgo de seguridad vial, al reducir la resistencia al deslizamiento y agarre de las llantas de los vehículos que transiten por los tramos estabilizados. Además, produce polvo en condiciones secas, condición que precisamente se trata de reducir con el sello.



(a)



(b)

Fotografía 9. Material de secado de origen calizo acumulado en el centro y bordes de la calzada

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782 y 51050, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 19+000 y 6+920.
Fecha: 04-10-2016 y 12-10-2016 respectivamente. Fuente: LanammeUCR.



HALLAZGO 4. EROSIÓN DE CUNETA GENERA LA PÉRDIDA DE ANCHO DEL CAMINO Y RIESGO PARA USUARIOS DE LA VÍA.

Cerca del estacionamiento 9+850 se observó erosión de la cuneta del lado derecho de la vía, en un tramo de aproximadamente 100 m de longitud. Este tramo presenta pendiente longitudinal mayor al resto de la ruta por lo que el drenaje de aguas pluviales ha generado la erosión de la cuneta en una profundidad de hasta 1 m con respecto a la rasante del camino, como se muestra en la Fotografía 10. Lo anterior, provoca inestabilidad del borde de la calzada y además se convierte en un riesgo para los usuarios de la vía al transitar por esta zona.



Fotografía 10. Erosión de cuneta en lado derecho del camino con profundidad de 1 m.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50470, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 9+850.

Fecha: 09-11-2016. Fuente: LanammeUCR.

Por otro lado, cerca del estacionamiento 9+650 se encontró que las cunetas de ambos lados de la vía estaban llenas de sedimento, posiblemente proveniente de la zona de erosión descrita anteriormente. Se puede observar en la Fotografía 11(a) y (b), que las cunetas se encuentran llenas de sedimento hasta el nivel de rasante el camino.

Se recomienda que el material depositado en las cunetas cercanas al estacionamiento 9+650, sea retirado para recuperar su capacidad de hidráulica, además se debe estudiar la manera más eficiente de mitigar la erosión generada cerca de la estación 9+850, para determinar si por ejemplo, es necesario el recubrimiento de la cuneta del lado derecho de la vía, colocación de pasos de alcantarilla, construcción de disipadores de energía u otras medidas de control de erosión que apliquen.



Fotografía 11. Sedimentación de cunetas debido a erosión de tramo de erosión previo en cuneta.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50470, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 9+650.

Fecha: 09-11-2016. Fuente: LanammeUCR.

Una situación similar de erosión se evidenció en el estacionamiento 12+360, tal como se observa en la Fotografía 12 (a) y (b).



Fotografía 12. Erosión de cuneta en lado derecho del camino con profundidad de 50 cm.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 12+360.

Fecha: 09-11-2016. Fuente: LanammeUCR.



HALLAZGO 5. SE EVIDENCIÓ LA MODIFICACIÓN DEL CONTRATO (MONTO Y PLAZO) POR AUMENTO EN LA DOSIFICACIÓN Y REDUCCIÓN DE ESPESOR DE ESTABILIZACIÓN CON EMULSIÓN ASFÁLTICA DE LA CAPA GRANULAR COLOCADA EN TRAMOS, SIN UNA ADECUADA JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.

El equipo auditor tuvo acceso a documentación oficial registrada en el sistema SIGEPRO del CONAVI, relacionada con la modificación del presupuesto asignado a la Contratación por Emergencia No. 005-2015 CONAVI-CNE. Específicamente, se revisaron los siguientes documentos:

- Acuerdo 138-06-2015 del 06 de julio de 2015: el cual describe el acuerdo de la Junta Directiva de la CNE para aprobar el uso de ₡344.495.000,00 en la Ruta Nacional No.150 para mitigación de polvo y nombrar al CONAVI como unidad ejecutora, de acuerdo al alcance de la Declaratoria de Emergencia por Sequía, establecida bajo Decreto No. 38642-MP-MAG Sequía, publicado en la Gaceta No.62 del lunes 30 de marzo de 2015.
- GSCV-01-2016-1988 Trámite de Orden de Modificación No. 1, Contratación por Emergencia No.005-2015 CONVI-CNE, Ruta No.150 del 06 de junio de 2016: en el cual se indica la descripción y razón, el aumento en monto, plazo y variación de cantidades de obra para el aumento en la dosificación de emulsión asfáltica y espesor de estabilización del material granular, así como el aumento de cantidad de material de secado a aplicar.
- GPR-OF-0838-2016 del 17 de junio de 2016: el cual corresponde a la solicitud de modificación del acuerdo de Junta No. 138-15 “Atención de la Ruta Nacional con Superficie de Lastre No.150, Talolinga (R.920)-San Lázaro (R.906)-Pozas (R.931)-El Piave (R.906) para el control por contaminación de polvo”
- Legalidad 0049-2016 Lic. Eduardo Mora Castro, M.Sc CNE del 20 de junio de 2016: el cual corresponde a la asesoría legal de la CNE, la cual indica que de acuerdo a la justificación técnica indicada en el documento GPR-OF-0838-2016 y al marco del Decreto de Emergencia No. 38642-MP-MAG, es atribución de la CNE satisfacer el interés público mediante la finalización de las obras ya iniciadas, de las cuales es responsabilidad de la Administración velar por el adecuado uso de los recursos públicos y vigilar su uso eficiente.



Luego de revisar estos documentos, a continuación se desarrolla el criterio del equipo auditor, sobre la modificación realizada a la Contratación por Emergencia 005-2015 CONAVI-CNE:

1. Respecto a la descripción y razón: los documentos GCSV-01-2016-1988 y GPR-OF-0838-2016 indican que se cumplió con la indicación del cartel de realizar un paño de prueba para verificar la dosificación de 2% de emulsión asfáltica prevista para las obras de estabilización de material granular de superficie de ruedo en un espesor de 15 cm del material granular colocado. Luego del diseño de laboratorio requerido, este paño de prueba se realizó con una dosificación de emulsión asfáltica de 6,95 l/m² en un espesor de 15 cm de la capa de material granular colocada, sin embargo los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, ya que textualmente indica que:

“...dio como resultado un material con falta de cohesión, que fácilmente se desprende y que al paso de los vehículos sigue provocando emisión de polvo.”

Se indica que la especificación del cartel fue propuesta por el CONAVI debido a la falta de una referencia o protocolo oficial de aplicación a nivel nacional para la estabilización de materiales granulares con emulsión asfáltica. Debido a los resultados observados, se propuso la realización de un segundo paño de prueba donde se utilizó una dosificación de emulsión asfáltica de 7 l/m² y se redujo el espesor de estabilización a 7,5 cm de la capa granular colocada. Esto produjo resultados:

“...muy aceptables, ya que se presenta buena cohesión y el desprendimiento superficial es mínimo, cumpliendo con la mitigación de polvo.”

Además, se indica que se realizó un riego superficial de emulsión asfáltica para controlar el desprendimiento superficial que no estaba considerado en la contratación original. Se utilizó una dosificación de 1,2 l/m² con su respectivo material de secado, lo cual:

“...garantiza una mayor durabilidad de los trabajos.”

También, se indica que la previsión de material de secado indicada en el cartel era de 0,25 cm/m² para aplicar en zonas localizadas donde se observara exudación, pero al realizar el nuevo riego superficial de impermeabilización se hace necesario aplicar al menos 0,5 cm/m² de material de secado.



Todo lo anterior, se justifica textualmente en los documentos GCSV-01-2016-1988 y GPR-OF-0838-2016 al indicar que se realizan estas modificaciones para:

“...cumplir con los objetivos de la contratación...”, “...dar continuidad a las obras realizadas hasta el momento...”, “...en aras del interés público...”, “...de acuerdo a la mejor práctica constructiva en ingeniería...”, “...en vista de mejorar las condiciones e implementar medidas orientadas a evitar daños posteriores a la misma.”

2. Respecto al aumento en cantidades, costos y plazo de ejecución: los documentos GCSV-01-2016-1988 y GPR-OF-0838-2016 indican que el aumento en la cantidad de litros de emulsión asfáltica tipo CSS-1h (catiónica de rompimiento lento) es de un 74% (de 320.000,00 a 556.800,00 litros) lo cual implica un aumento de ₡85.285.888,00, como se indica en la Figura 4. El aumento en la cantidad de material de secado a aplicar es de un 100% (de 160,00 a 320,00 m³), lo cual significa un aumento en costos de ₡3.680.032,00.

Las modificaciones incluidas en la Orden de modificación No. 1 de esta contratación implican un aumento de 31% respecto al monto total adjudicado al consorcio ALSO-CARIBE, lo cual significa ₡88.965.920,00, como se muestra en la Tabla 5. Además, estas modificaciones en las cantidades de obra implican aumento del plazo de ejecución del contrato en 20 días, para plazo total de 104 días.

DESCRIPCION	CONTRATO ORIGINAL			MODIFICACION		CONTRATO ORIGINAL + MODIFICACION	
	Cantidad OM No.1	Unitario	Subtotal	Modificación	Costo Modificación	Cantidad Final	Subtotal
Excavación en la vía	1.100,00	₡4.000,53	₡4.400.583,00			1.100,00	₡4.400.583,00
Reacondicionamiento de caizada, cunetas y espaldones	20,70	₡1.000.001,47	₡20.700.030,43			20,70	₡20.700.030,43
Material de secado	160,00	₡23.000,20	₡3.680.032,00	160,00	₡3.680.032,00	320,00	₡7.360.064,00
Suministro, transporte y colocación de material granular expuesto para superficie de rueda	9.600,00	₡13.946,83	₡133.889.568,00			9.600,00	₡133.889.568,00
Estabilización de materiales granulares	64.000,00	₡144,98	₡9.278.720,00			64.000,00	₡9.278.720,00
Emulsión asfáltica tipo CSS-1H (Catiónica de rompimiento lento)	320.000,00	₡360,16	₡115.251.200,00	236.800,00	₡85.285.888,00	556.800,00	₡200.537.088,00
			Costo Total	Variación Total		Costo Total	
			₡287.200.133,43	₡88.965.920,00		₡376.166.053,43	

Figura 4. Cuadro de variación incluido en la Modificación No.1 del contrato.

Fuente: Documento GCSV-01-2016-1988, Gerencia de Conservación de Vías y Puentes CONAVI, 2016.



Tabla 5. Resumen de alcance de la Modificación No. 1 a la Contratación por Emergencia 005-2015.

Presupuesto indicado en Acuerdo No.138-15 CNE	₡	344.495.000,00
Monto Adjudicado a consorcio ALSO-CARIBE	₡	287.200.133,00
Saldo	₡	57.294.867,00
Requerido según OM No. 1 Contratación por Emergencia 005-2015	₡	376.166.053,00
Diferencia de OM No.1 con monto adjudicado	₡	88.965.920,00
Diferencia de OM No. 1 con Acuerdo No.138-15 CNE	₡	31.671.053,00

El equipo auditor comprende las justificaciones indicadas en los documentos de referencia, para realizar las modificaciones al proceso de estabilización del material granular, dado que este proceso es nuevo para la Administración y empresas constructoras involucradas. Se considera que las modificaciones propuestas se realizan en busca de obtener un producto de mejores propiedades mecánicas, que permita mantener la transitabilidad y durabilidad de los tramos estabilizados.

A pesar de lo anterior, el equipo auditor considera deseable que para justificar este tipo de modificaciones, que implican aumento en los costos del proyecto, se procure utilizar criterios objetivos, técnicamente sustentados, que sean medibles y cuantificables, como resultados de laboratorio (preferiblemente de desempeño) y que además permitan documentar lecciones aprendidas para mejorar la gestión de este tipo de vías en el país. Lo anterior en lugar de valoraciones que podrían resultar subjetivas o asociadas a las condiciones inmediatas de las obras recién terminados los trabajos, sin considerar todavía su desempeño durante la operación de la vía.

El equipo auditor considera que el aumento en la dosificación de emulsión y reducción de espesor de material granular a estabilizar podría aumentar el potencial de exudación de la capa estabilizada, debido a que se dosifica mayor cantidad de emulsión para un menor volumen de material granular y además se realiza riego superficial de impermeabilización. Esto podría afectar negativamente su desempeño y además crear un riesgo para la seguridad vial por la pérdida de textura superficial que genera la resistencia al deslizamiento para el frenado.

Por otro lado, el equipo auditor considera que la estabilización total o parcial de una capa de material granular con emulsión de rompimiento lento, corresponde a una medida de intervención para que la superficie de ruedo resista la erosión producida por la escorrentía de agua pluvial y el tránsito vehicular, en lugar de considerarse sólo o exclusivamente como una medida dirigida al control de polvo, tal y como lo menciona el objeto contractual. A manera de observación, se puede mencionar que existen otras alternativas como tratamientos



superficiales (tratamientos superficiales bituminosos simples y múltiples, sellos de niebla, sellos de lechada asfáltica, sellos del cabo, imprimación reforzada y otros), que se aplican sobre las capas granulares y también supresores de polvo que aplicados por riego o aspersión que permiten controlar el polvo en el corto plazo y que podrían resultar más baratos en comparación con procesos de estabilización.

El equipo auditor dará seguimiento a los tramos estabilizados con emulsión asfáltica, durante el año 2017, por medio de la evaluación de los deterioros incipientes identificados entre octubre y noviembre de 2016. Esto ayudará a determinar si la inversión de 31% de recursos adicionales, respecto al costo adjudicado originalmente en la RN. 150, genera beneficios en cuanto al desempeño y la durabilidad de las obras ejecutadas.

SOBRE EL CONTRATO DE CONSERVACION VIAL DE RUTAS EN LASTRE RN.150

HALLAZGO 6. SE EVIDENCIÓ CONFORMACIÓN DE CALZADA CON PENDIENTE TRANSVERSAL (BOMBEO) MENOR A 6% EN ALGUNAS SECCIONES, LO QUE PODRÍA ACELERAR EL DETERIORO DE LA CAPA GRANULAR COLOCADA.

Al igual que en los tramos estabilizados con emulsión asfáltica, las zonas del camino donde se colocó material granular tipo subbase de agregados con graduación especial, la pendiente transversal es uno de los elementos constructivos básicos para que el agua pluvial drene hacia las cunetas y pasos de alcantarilla del camino, con el objetivo de minimizar el deterioro que pueda causar en la superficie de ruedo.

En caminos con superficie de ruedo granular expuesta como es el caso de algunas secciones de la RN 150, la indicación del cartel de licitación del contrato de conservación No. 2015LA-000016-0GCTT, es que la pendiente transversal (bombeo) no sea menor de 6% a ambos lados de la calzada en tramos rectos, como se muestra en la Figura 5.

La adecuada conformación de la calzada con el bombeo requerido, influye directamente en la durabilidad del camino, aún más cuando se trata de una superficie de ruedo expuesta, como en este el caso. El equipo auditor realizó algunas verificaciones de la pendiente transversal del camino en tramos rectos de acuerdo al ejemplo mostrado en la Fotografía 13 (a) y (b). Se observa que en ambos casos se tiene pendiente transversal menor a 6%.

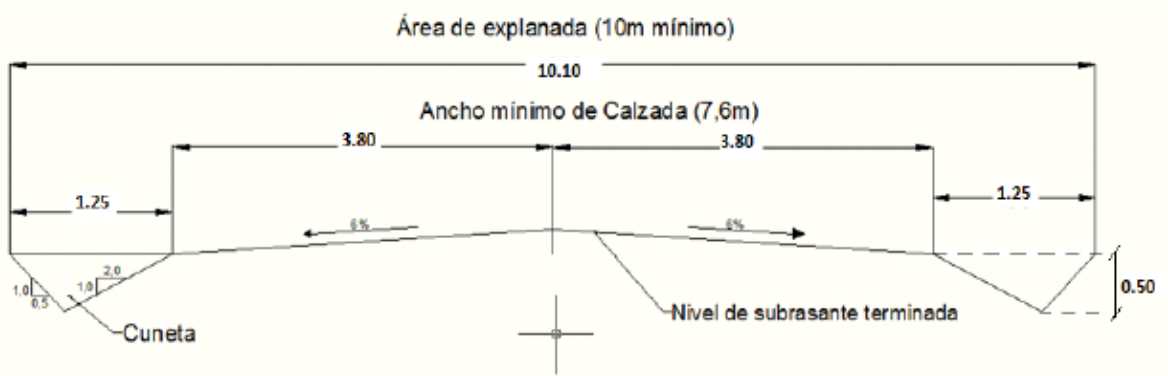


Figura 5. Sección Típica general para Rutas de Lastre.

Fuente: Cartel Licitación Abreviada No. 2015LA-000016-OGCTT



Fotografía 13. Pendiente transversal de calzada menor a 6%.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 14+390 y 20+250 respectivamente.

Fecha: 04-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

Se recomienda que los responsables de la inspección del proyecto presten especial atención a la verificación de la pendiente transversal de la calzada, que si bien es un aspecto muy simple y básico, tiene una influencia muy importante en el desempeño y durabilidad de la capa granular expuesta. Se recomienda que se verifique el cumplimiento del bombeo cada 200 m en tramos rectos (si se puede realizar con mayor frecuencia aún mejor), por medio de un inclinómetro calibrado como se muestra en la Fotografía 13, esto de acuerdo a la indicación de la Matriz de Control de Calidad de las Obras aportada en el Anexo 1 del cartel.



HALLAZGO 7. SE OBSERVARON TUBOS DE CONCRETO CON DAÑOS PREVIO A SU COLOCACIÓN, TAMBIÉN PASOS DE ALCANTARILLA EXPUESTOS A TRÁNSITO VEHICULAR SIN EL SUFICIENTE RECUBRIMIENTO SOBRE LA CORONA, ASÍ COMO Y RELLENO DE JUNTAS CON MORTERO SOLO EN MEDIA CIRCUNFERENCIA.

Durante la visita realizada el día 27 de octubre de 2016, se observó que se tenían ubicados en sitio varios tubos de concreto reforzado para los pasos de alcantarilla a colocar en varios estacionamientos del proyecto. Sin embargo, se identificó que, de los tubos ubicados en el estacionamiento 17+960, varios mostraban daños evidentes como quebraduras y grietas, principalmente cerca de la campana, donde se podía observar hasta el acero de refuerzo. La Fotografía 14, muestra un par de ejemplos de los tubos dañados, ubicados en sitio previo a su colocación.

Se consultó con el inspector presente en el sitio e indicó que los tubos golpeados se aceptaron en sitio, ya que se colocarían en los extremos del paso de alcantarilla, donde se deben construir los cabezales y por lo tanto esto no afectaría durante la operación del mismo.

De acuerdo con el criterio del equipo auditor, es recomendable rechazar todos los tubos que durante el transporte o por otra razón presenten daños, quebraduras o fisuras, como los mostrados en la Fotografía 14 (a) y (b), cuando sean entregados en sitio. Esto para evitar fugas o problemas de acople con otros tubos durante la colocación en sitio, de acuerdo a lo indicado en el CR-2010 Sección 651.03 b Tuberías de Concreto Reforzado, donde se indica textualmente:

“Se tendrá especial cuidado en el transporte y almacenamiento de los tubos. No se aceptará el uso de tubos destruidos, despuntados o con otros desperfectos que comprometen la estabilidad y duración de la estructura”

Por otro lado, es importante considerar que la Administración está pagando a los precios correspondientes los tubos de concreto en perfecto estado, por lo que no es justificable la aceptación de materiales con algún tipo de defecto, por lo que la inspección debe ser estricta en la aceptación de dichos materiales.



Fotografía 14. Tubería de concreto para paso de alcantarilla con quebraduras en campana y acero de refuerzo expuesto.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 17+960.

Fecha: 27-10-2016. Fuente: LanammeUCR.

Posteriormente, se observó que al ser colocados los tubos de concreto en cada sitio de paso de alcantarilla, se dejan expuestos los pasos de alcantarilla al tránsito vehicular, sin cabezales ni el suficiente recubrimiento mínimo de 30 cm. La Figura 15(a) muestra un ejemplo de un paso de alcantarilla abierto al tránsito vehicular, sin cabezal ni recubrimiento mínimo el día 27 de octubre de 2016. El CR-2010 en la Sección 651.03 (f), Protección de tuberías colocadas, indica textualmente:

“Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, éstas se deberán proteger recubriéndolas con suelos compactados cuyo espesor sobre la corona no será inferior a 1/8 del diámetro y con un mínimo de 0.30 m, siempre y cuando las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras.”

Posteriormente, como se observa en la Figura 15(b), ya se encontraba en proceso constructivo de cabezales y relleno con el recubrimiento mínimo requerido de 30 cm, el 9 de noviembre de 2016 (13 días después). Durante este tiempo se podrían dar desplazamientos de los tubos de concreto debido a la falta de confinamiento que brindan los cabezales y el tránsito vehicular presente en la zona.



(a)

(b)

Fotografía 15. Recubrimiento de material granular sobre la corona de tubería de concreto.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro16+460.

Fecha: 27-10-2016 y 09-11-2016 respectivamente. Fuente: LanammeUCR.

Por otro lado, el equipo auditor, observó que las juntas de mortero de los pasos de alcantarilla se realizaron de manera parcial en el interior del tubo para los pasos de alcantarilla observados. Como se puede observar en la Fotografía 16 en el estacionamiento 16+460, las juntas de mortero entre tubos de concreto se aplicaron solamente a media circunferencia, en contraposición a lo indicado en el CR-2010 Sección 602.04 (a) Juntas de Mortero, que indica textualmente:

“Limpiar la parte inferior, del final que recibe la tubería. Repellar el interior con suficiente mortero, de tal forma que la tubería que entra tenga su apoyo a nivel, con la tubería previamente colocada. Ajustar las secciones lo más cerca que la construcción del drenaje permita. Rellenar y sellar las juntas con mortero, por adentro y por afuera en toda su circunferencia. Limpiar el exceso de mortero de la parte interior de la tubería. Curar el mortero de las juntas exteriores, cubriéndolo con polietileno o rociándolo con un compuesto de cura. Rellenar, mientras el mortero está en condición plástica o, si el mortero fragua antes del relleno, esperar por lo menos 24 horas antes de rellenar.” (lo subrayado no es del original)

Se recomienda corregir estos aspectos constructivos asociados a los pasos de alcantarilla, para cumplir con las especificaciones indicadas en el cartel y en documentos de referencia como el CR-2010. Esto ayudará a que estas obras de drenaje tan importantes, cumplan con la vida útil esperada y se minimicen problemas como desalineamientos o socavación de las bases de los tubos, que puedan generar inconvenientes de mayor magnitud en obras que se realicen posteriormente en la estructura del pavimento.



Fotografía 16. Relleno de juntas entre tubos de concreto (“solaqueo”) realizado en media circunferencia (“media luna”).

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 16+460.

Fecha: 27-10-2016 y 09-11-2016. Fuente: LanammeUCR.

HALLAZGO 8. SE OBSERVARON DETERIOROS EN LA CAPA DE MATERIAL GRANULAR COMO AHUELLAMIENTOS Y ALGUNOS HUECOS LOCALIZADOS.

Se observó que la condición de la superficie de ruedo granular, específicamente de material de subbase de agregados graduación especial (grado 2), presentaba buena condición en la mayor parte de la superficie. Sin embargo, se identificaron algunas zonas con concentración de deterioros como ahuellamientos y huecos.

La Fotografía 17 (a) muestra una zona de aproximadamente 50 m cerca del estacionamiento 13+560 donde se observaron huecos con diámetros variables que ascienden hasta 50 cm y profundidades variables de hasta 5 cm, como el que se observa en la Fotografía 17 (b).

Este tipo de deterioros, concentrados en una determinada zona, ubicados en el centro de la calzada, pueden deberse a una serie de razones como la conformación inadecuada de la calzada en su pendiente transversal, segregación del material granular colocado, falta de compactación, problemas localizados de suelos, entre otros. Es importante que deterioros sean corregidos satisfactoriamente por el contratista, previo a la entrega final del proyecto, para garantizar la durabilidad esperada en la obra.



(a)



(b)

Fotografía 17. Zona de huecos en la capa granular de subbase granular colocada. Se observan huecos de hasta 50 cm de diámetro y profundidades variables de hasta 5 cm.

Ubicación: Ruta Nacional 150, Sección de Control 50782, Zona 2-4 Nicoya, kilómetro 13+560.

Fecha: 27-10-2016. Fuente: LanammeUCR.



CONCLUSIONES

- El equipo auditor observó diez tramos de material granular de rodadura estabilizado con emulsión asfáltica de rompimiento lento, que representan a lo largo del camino una longitud de 5,9 km, la cual no fue posible conciliar con los datos de las estimaciones registrados en SIGEPRO.
- Se encontraron varios sitios donde la pendiente transversal (bombeo) es menor a 2,5% para los tramos estabilizados con emulsión asfáltica y menor a 6% para las zonas con superficie granular expuesta. Esto podría reducir la capacidad de drenar adecuadamente la calzada desde la superficie de ruedo hasta las cunetas. Esto podría generar acumulaciones de agua en la superficie que produzca deterioros como desprendimientos, deformaciones y huecos.
- Los tramos estabilizados con emulsión de rompimiento lento para el control de polvo, muestran deterioros superficiales (ahuellamientos leves, pérdida de recubrimiento asfáltico, agrietamientos leves, desprendimientos localizados, huecos y exudación) a un periodo de entre dos y seis meses desde su construcción. De acuerdo a seguimiento realizado por el LanammeUCR a proyectos del PRVC-I MOPTBID donde se ha aplicado una técnica similar, los primeros deterioros se presentan normalmente a 12 meses de terminados. Algunos deterioros podrían requerir reparaciones para evitar que el agua penetre la capa estabilizada y genere mayor daño durante la época lluviosa del 2017.
- El material de secado que no se retiró de la superficie de ruedo en los tramos estabilizados con emulsión asfáltica, se acumula en los lados de la calzada, lo que obstaculiza el adecuado drenaje del agua pluvial hacia las cunetas, conserva humedad sobre la superficie y por otro lado genera polvo en condiciones secas, lo cual es precisamente lo que se trata de evitar con esta intervención del camino. Por otro lado, es importante mencionar que se convierte en un elemento negativo en la seguridad vial debido a que genera una superficie deslizante al existir con el material suelto en la superficie.
- Se identificó erosión de hasta 1 m de profundidad y consecuente sedimentación de las cunetas, cerca de los estacionamientos 9+850 y 12+360. Esto genera un riesgo para los usuarios de la vía y produce inestabilidad del borde de la calzada en las zonas de erosión. Además, donde se depositó el material como sedimento, se redujo casi totalmente la capacidad hidráulica de las cunetas, lo cual podría generar daños por la escorrentía descontrolada del agua pluvial durante la época lluviosa del 2017.



- Se ha logrado cumplir con el objeto del contrato, ya que se nota visualmente una reducción en la generación de polvo en las zonas donde se ejecutaron los tramos estabilizados con emulsión asfáltica. Sin embargo, el equipo auditor considera que el aumento en dosificación de emulsión y reducción en espesor de estabilización, respecto a la especificación original del cartel (incluido en la Orden de Modificación No. 1), no fue justificado técnicamente con ensayos de laboratorio que demostrarán claramente su beneficio. Además, esto podría generar exudaciones, que a su vez podrían convertirse en un riesgo de seguridad vial por la pérdida de fricción superficial por el frenado de los vehículos.
- Se identificaron algunos aspectos a tomar en cuenta en la construcción de alcantarillas:
 - Tubería de concreto para pasos de alcantarilla que presentaba daños, los cuales fueron recibidos y colocados, en contraposición a lo indicado por el CR-2010.
 - Sellado de juntas interno se realizaba solamente en la mitad inferior de la circunferencia, cuando lo correcto es sellar toda la circunferencia según indicación del CR-2010.
 - Pasos de alcantarilla expuestos a tránsito vehicular durante períodos de hasta 13 días, sin contar con cabezales ni recubrimiento mínimo de 30 cm sobre la corona.
- El material granular de superficie de ruedo colocado presenta algunos deterioros como ahuellamientos y huecos localizados que deben ser corregidos previo a la entrega de las obras.



RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la Ingeniería de Proyecto revisar los documentos de las estimaciones descriptivas de avance, para determinar si las observaciones aquí indicadas respecto a los registros del sistema SIGEPRO corresponden a lo ejecutado efectivamente o caso contrario realizar los ajustes o correcciones correspondientes.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto revisar que la conformación de la calzada permita obtener una pendiente transversal mínima de 2,5 % en los tramos estabilizados con emulsión asfáltica y de 6% donde se conforma la rasante existente o se coloca material granular expuesto como superficie de ruedo.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto valorar si es posible solicitar al Contratista que evite el uso de agregado de origen calizo para los tramos que se estabilizan para el control de polvo, debido a que podría presentar deterioro acelerado por no generarse adecuado recubrimiento y resistencia al daño por humedad a causa de su interacción electrostática con la emulsión tipo CSS-1h (catiónica de rompimiento lento).
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto valorar si es necesario solicitar al Contratista reparaciones en los tramos estabilizados con emulsión, donde se observen deterioros severos como desprendimientos y huecos. Esto para evitar que la humedad produzca mayor deterioro durante la época lluviosa del 2017.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto solicitar a la Inspección del proyecto que verifique y controle detalladamente el proceso constructivo de los tramos estabilizados con emulsión asfáltica, por ejemplo asegurar que el riego de emulsión sea uniforme, que se cumpla con la dosificación de diseño, que el riego de impermeabilización superficial no genere exudaciones y que la tasa de aplicación de material de secado cumpla con lo establecido.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto valorar si procede indicarle al Contratista que retire el material de secado sobrante (no adherido) de los tramos estabilizados con emulsión asfáltica, luego de transcurridos los cuatro días requeridos por la especificación del CR-2010, esto para evitar obstrucción del drenaje pluvial de la calzada, riesgo de seguridad vial ante el frenado y generación de polvo.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto valorar indicarle al Contratista que señalar (de manera preventiva) las zonas donde se ha socavado la cuneta por erosión para informar a los usuarios acerca del riesgo existente en estas zonas (estacionamientos 9+850 y 12+350). Además, valorar la necesidad de realizar reparaciones y limpieza en las cunetas erosionadas y sedimentadas. Se puede considerar la aplicación de medidas contra la erosión como disipadores de energía o revestimiento de cunetas en estas zonas específicamente.



- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto evitar la aceptación de tubería de concreto que presente daños al ser entregada en el proyecto, de acuerdo a lo especificado en el CR-2010.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto solicitar al Contratista la corrección del sellado de juntas de tubos de alcantarilla para asegurar que se realice en toda la circunferencia interna y externa del tubo de concreto de acuerdo a lo indicado en el CR-2010.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto del proyecto solicitar al Contratista que evite que los pasos de alcantarilla queden expuestos a tránsito vehicular sin contar con cabezales ni recubrimiento mínimo de 30 cm, esto para evitar daños en las tuberías de concreto, principalmente si en el proceso constructivo existe el paso de maquinaria pesada.
- Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto velar por el cumplimiento del Contratista en cuanto a las normas relacionadas al cuidado, mantenimiento y conservación de los trabajos ejecutados hasta la recepción final de la obra con el fin de garantizar la calidad de los trabajos contratados y salvaguardar la inversión realizada.
- Se sugiere a la Ingeniería de Proyecto indicarle al Contratista que realice el mantenimiento rutinario de drenajes durante el proceso de ejecución de la contratación con el fin de garantizar que los trabajos realizados no sean afectados por obstrucciones o problemas de erosión y sedimentación.
- Se recomienda a la Gerencia de Contrataciones de Vías y Puentes fortalecer las especificaciones y obligaciones del contratista en relación al mantenimiento de rutas de lastre durante los procesos de ejecución de las contrataciones en beneficio del interés de la inversión y durabilidad de las obras, incluyendo alternativas para el control de erosión y polvo en este tipo de rutas.
- Se recomienda a la Gerencia de Contrataciones de Vías y Puentes, valorar la alternativa sobre la incorporación del elemento de topografía en proyectos de conservación de la red vial nacional de lastre mediante un análisis económico y de desempeño con el fin de mejorar la durabilidad así como el control en obra de los trabajos realizados.
- Se recomienda a la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Vialidad la adopción de un modelo de contratación que garantice el mantenimiento continuo de las rutas de lastre a lo largo del año, basado en los principios de gestión de carreteras que permitan la optimización de la condición de la red vial de lastre así como la inversión realizada, lo cual debe considerar medidas para el control de erosión y polvo en este tipo de rutas.



REFERENCIAS

Asphalt Emulsion Manufacturers Association, Asphalt Institute. *Manual Básico de Emulsiones Asfálticas Manual Series No. 19.*

Ministerio de Obras Públicas y Transporte. (2000). *Colocación de tubos y construcción de cabezales.* San José: 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, Consejo Nacional de Vialidad. (2001). Manual de materiales, normas, diseño y especificaciones, Disposición MN-02-2001. Renglones de pago, Conservación Vial. . San José, Costa Rica: MOPT.

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.

MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes.* San José.

National Cooperative Research Board Report 680. (2011). *Manual for Emulsion-Based ChipSeals for Pavement Preservation.* Transportation Research Board of the National Academies.

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 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. (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 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.

Ulloa, A., & Munera, J. C. (2014). *Procedimiento de Diseño de Mezcla, Guía para el Diseño de Materiales Estabilizados con Emulsión y Ensayos de Control de Calidad.* Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), San José.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

EQUIPO AUDITOR		
Preparado por: Ing. Alonso Ulate Castillo Experto Técnico	Revisado por: Ing. Sergio Guerrero Aguilera Auditor Técnico	Revisado por: Ing. Mauricio Salas Chaves Auditor Técnico
Revisado por: Ing. Wendy Sequeira Rojas Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica PITRA	Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph.D. Coordinador General PITRA	Visto Bueno de Legalidad: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR