



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

# Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales LanammeUCR

Informe LM-AT-59-2019

## EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS EN LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00



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  
Setiembre, 2019



Información Técnica del documento

<b>1. Informe</b> Informe de Auditoría Técnica: LM-AT-59-2019	<b>2. Copia No.</b> 1	
<b>3. Título y subtítulo:</b> Evaluación de las actividades de rehabilitación de pavimentos en la licitación pública 2014LN-000018-0CV00	<b>4. Fecha del Informe</b> Setiembre, 2019	
<b>7. Organización y dirección</b> 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		
<b>8. Notas complementarias</b> --**--		
<b>9. Resumen</b> <p>Este informe de Auditoría Técnica compila experiencias acerca de lo observado en giras técnicas a intervenciones de bases estabilizadas y mejoradas con cemento en varias zonas del país. Se han seleccionado casos donde se ha analizado documentación que soporta las estimaciones de pago y que muestra el control de calidad realizado, además de una revisión de los procesos constructivos utilizados en obras de rehabilitación a cargo de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes a través de la Licitación Pública 2014LN-000018-0CV00.</p> <p>De acuerdo con lo evidenciado en este informe, la verificación de calidad no es regida por un criterio técnico único en todas las obras del país, debido a que se han observado diferencias en la cantidad de ensayos realizados para la verificación de calidad para diferentes zonas de conservación vial, de acuerdo a cantidades colocadas. Por otra parte, se ha observado en la documentación analizada, que algunas veces los ensayos de compactación en sitio no son realizados de forma oportuna para garantizar una condición requerida en sitio, importante para el inicio de una ganancia de resistencia del material.</p> <p>Por otra parte, se han recopilado algunas prácticas en la construcción de bases estabilizadas, que pueden ser objeto de mejoras con el fin de minimizar riesgos de calidad y de durabilidad en las obras. De acuerdo con esto, se pueden mencionar mejoras en las prácticas de colocación del cemento con el fin de que no se pierda dosificación y se evite la contaminación ambiental. También, se mencionan mejoras en la elaboración de juntas efectivas entre paños colocados en momentos diferentes, de manera que no persistan zonas con mezcla deficiente de material. Se advierte a la Administración sobre condiciones que han sido observadas acerca de la exposición excesiva de las bases construidas, donde se induce a deterioros prematuros antes de la colocación de la capa de ruedo. Por otra parte, ha sido reiterativo en informes de auditoría técnica que es recomendable el barrido del material de secado sobrante, debido a que este material que queda suelto se convierte en un peligro para la seguridad vial de estos tramos y podría afectar el flujo efectivo del agua pluvial hacia los drenajes, además que puede inducir a deterioros superficiales. También se recalca la necesidad de que las obras de drenaje se encuentren concluidas y en buen estado antes de realizar intervenciones de bases estabilizadas con el fin de que las obras no se vean afectadas.</p> <p>Por último, se hace referencia a que los diseños de las bases estabilizadas y los diseños estructurales deben estar bien soportados por sondeos suficientes que permitan determinar claramente la variabilidad de las condiciones en sitio. De esta forma, poder garantizar la factibilidad de la construcción de la estructura requerida de acuerdo con los diseños.</p>		
<b>10. Palabras clave</b> Bases estabilizadas con cemento – Conservación vial – Rehabilitación de pavimentos – Auditoría Técnica	<b>11. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>12. Núm. de páginas</b> 71



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

**LM-AT-59-2019: “Evaluación de las Actividades de Rehabilitación de Pavimentos en la Licitación Pública 2014LN-000018-0CV00”.**

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

**Director LanammeUCR:**

Ing. Alejandro Navas Carro, MSc.

**Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica LanammeUCR:**

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

**Audidores:**

Auditor Técnico Líder: Ing. Mauricio Salas Chaves

Audidores Adjuntos: Ing. Luis Diego Herra Gómez  
Ing. Sergio Guerrero Aguilera

**Asesor Legal LanammeUCR:**

Lic. Miguel Chacón Alvarado

**Alcance del informe:**

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la revisión de las prácticas utilizadas en la estabilización de bases de acuerdo a lo observado en visitas técnicas y la revisión de documentación de diseños y ensayos de laboratorio utilizados en el control de calidad de las obras.



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVO GENERAL DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS .....</b>	<b>8</b>
<b>3. OBJETIVOS DEL INFORME .....</b>	<b>8</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>4. ALCANCE DEL INFORME .....</b>	<b>9</b>
<b>5. ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
<b>6. METODOLOGÍA .....</b>	<b>10</b>
<b>7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA.....</b>	<b>10</b>
<b>8. UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL.....</b>	<b>11</b>
<b>9. AUDIENCIA DE LA PARTE AUDITADA PARA EL ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSIÓN PRELIMINAR .....</b>	<b>12</b>
<b>10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA .....</b>	<b>13</b>
10.1. HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	13
<b>HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN CUANTO AL PROCESO DE CONTROL DE LA CALIDAD ASOCIADO A LA CONSTRUCCIÓN DE BASES ESTABILIZADAS .....</b>	<b>13</b>
<b>HALLAZGO 2. SE EVIDENCIÓ AUSENCIA DE LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BASES MEJORADAS Y ESTABILIZADAS EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL .....</b>	<b>23</b>
<b>HALLAZGO 3: SE HAN OBSERVADO OPORTUNIDADES DE MEJORA EN PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE CONTROL DE CALIDAD EN LA COLOCACIÓN DE BASES ESTABILIZADAS O MEJORADAS .....</b>	<b>30</b>
<b>11. CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>12. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>13. REFERENCIAS .....</b>	<b>50</b>
<b>14. ANEXOS.....</b>	<b>51</b>

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 4 de 71
---------------------	--	----------------



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1. ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL A CARGO DE LA GERENCIA DE CONSERVACIÓN DE VÍAS Y PUENTES. ....</b>	<b>11</b>
<b>FIGURA 2. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA BASE ESTABILIZADA, OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, A LOS 7 DÍAS DE FALLA (LADO IZQUIERDO). ....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 3. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA BASE ESTABILIZADA, OBTENIDOS POR EL LABORATORIO DE VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD, A LOS 7 DÍAS DE FALLA (LADO DERECHO). ....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 4. SONDEOS REALIZADOS EL SAUCE – EL SAUCE CONCEPCIÓN NORTE. ....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 5. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EL SAUCE – EL SAUCE CONCEPCIÓN NORTE, EL SALVADOR ....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 6. LÍMITES DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN BASE ESTABILIZADA.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 7. EJEMPLO DE FRENTE DE OBRA DONDE SE APLICA EL LANZAMIENTO DE SACOS DE CEMENTO SOBRE LA SUPERFICIE QUE SERÍA ESTABILIZADA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 17, SECCIÓN DE CONTROL 60622 (CHACARITA [PLANTEL MOPT] – EL COCAL [ESCUELA]), KM 7+630 DESDE EL CRUCE CON LA RUTA NACIONAL 23. FECHA: 13 DE JUNIO DE 2018. FUENTE: LM-PI-051-2018. UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR.....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 8. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN CON DETERIORO EN LA JUNTA LONGITUDINAL ENTRE DOS PAÑOS ESTABILIZADOS CON CEMENTO. RUTA NACIONAL 702, SAN RAMÓN – ÁNGELES NORTE. ESTACIONAMIENTO: 7+500. FECHA: 18 OCT 2018. FUENTE: NOTA INFORME LM-PI 089-2018. UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR .....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 9. DETERIORO LEVE EN LA JUNTA LONGITUDINAL ENTRE DOS PAÑOS MEJORADOS CON CEMENTO. RUTA NACIONAL 160, TAMBOR - CÓBANO. SECCIÓN DE CONTROL 60813, ESTACIONAMIENTO: 3+400 DESDE TAMBOR. FECHA: 31 ENE 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR .....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 10. EJEMPLO DE REHABILITACIÓN DONDE SE GARANTIZA UNA JUNTA EFECTIVA ENTRE PAÑOS ESTABILIZADOS. RUTA NACIONAL 2, TRAMO ENTRE CRUCE DE LA SIERRA Y CRUCE DEL EMPALME. ESTACIONAMIENTO: 3+500 Y 1+800 RESPECTIVAMENTE DEL CRUCE DE LA SIERRA (R.222). FECHA: 30 ABR 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR.....</b>	<b>35</b>

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 5 de 71
---------------------	--	----------------



- FIGURA 11.** EJEMPLO DE DETERIORO EN PAÑO ESTABILIZADO EN SENTIDO SAN RAMÓN – ÁNGELES NORTE. RUTA NACIONAL 702. ESTACIONAMIENTO: 7+300. FECHA: 18 OCT 2018. FUENTE: NOTA INFORME LM-PI-089-2018, UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR ..... 36
- FIGURA 12.** DETERIORO SUPERFICIAL EN PAÑOS MEJORADOS CON CEMENTO. RUTA NACIONAL 160, TAMBOR - CÓBANO. SECCIÓN DE CONTROL 60813, ESTACIONAMIENTO: 3+900 DESDE TAMBOR. FECHA: 31 ENE 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR..... 37
- FIGURA 13.** MATERIAL SUELTO BAJO LA CAPA DE “TRABA” CON MEZCLA ASFÁLTICA EN PAÑOS MEJORADOS CON CEMENTO. RUTA NACIONAL 160, TAMBOR - CÓBANO. SECCIÓN DE CONTROL 60813, ESTACIONAMIENTO: 3+900 DESDE TAMBOR. FECHA: 31 ENE 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR..... 37
- FIGURA 14.** REPARACIÓN EN ZONAS DE MATERIAL SUELTO OBSERVADAS EN PAÑOS MEJORADOS CON CEMENTO. RUTA NACIONAL 160, TAMBOR - CÓBANO. SECCIÓN DE CONTROL 60813, ESTACIONAMIENTO: 3+900 DESDE TAMBOR. FECHA: 31 ENE 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR..... 38
- FIGURA 15.** BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO CON ALGUNOS EJEMPLOS DE DETERIOROS ENCONTRADOS. RUTA NACIONAL 4, SAN JOSÉ UPALA - BIRMANIA. SECCIÓN DE CONTROL 21024, ESTACIONAMIENTOS: 169+550 Y 165+660 RESPECTIVAMENTE. FECHA: 18 DE JUNIO 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR.39
- FIGURA 16.** MATERIAL DE SECADO SE CONSERVA EN LA VÍA HASTA LA COLOCACIÓN DE LA CAPA ASFÁLTICA. RUTA NACIONAL 2, TRAMO ENTRE CRUCE DE LA SIERRA Y CRUCE DEL EMPALME. ESTACIONAMIENTO: 3+200 DEL CRUCE DE LA SIERRA (R.222). FECHA: 30 ABR 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR ..... 40
- FIGURA 17.** MATERIAL DE SECADO NO ES BARRIDO, CREA SUPERFICIE DESLIZANTE Y SE ACUMULA EN LAS ORILLAS. RUTA NACIONAL 160, TAMBOR - CÓBANO. SECCIÓN DE CONTROL 60813, ESTACIONAMIENTO: 1+720 DESDE TAMBOR. FECHA: 31 ENE 2019. FUENTE: UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR..... 41
- FIGURA 18.** EJEMPLO DE CONDICIÓN DE RIESGO DE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN POR MALA CONDICIÓN DEL DRENAJE. RUTA 751, SECCIÓN DE CONTROL 20994, LOS CHILES – VUELTA KOOPER. KM 0+320. FECHA 31 DE MAYO 2018. FUENTE: INFORME LM-PI-AT-88-2018. UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR. .... 42
- FIGURA 19.** PÉRDIDA DE SUPERFICIE DE RUEDO POR INESTABILIDAD LATERAL DE MATERIAL DE RELLENO DE TUBERÍA CONSTRUIDA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 2, 6+800 DEL CRUCE DE LA SIERRA (KM 52+550). SECCIÓN DE CONTROL 10042, LA SIERRA (R.222) – EL

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 6 de 71
---------------------	--	----------------



EMPALME (R.226). FECHA: 30 DE ABRIL DE 2019. FUENTE: NOTA INFORME LM-IC-D-0311-19. UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR. .... 43

**FIGURA 20.** CONDICIÓN LATERAL DE LA TUBERÍA COLOCADA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 2, 6+800 DEL CRUCE DE LA SIERRA (KM 52+550). SECCIÓN DE CONTROL 10042, LA SIERRA (R.222) – EL EMPALME (R.226). FECHA: 30 DE ABRIL DE 2019. FUENTE: NOTA INFORME LM-IC-D-0311-19. UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA, LANAMMEUCR. .... 43

**FIGURA 21.** CASO SOBRE ESPESOR RECUPERADO 26 CM MENOR AL REQUERIDO POR PRESENCIA DE TUBERÍA. UBICACIÓN: RUTA NACIONAL 17, SECCIÓN DE CONTROL 60622 (CHACARITA [PLANTEL MOPT] – EL COCAL [ESCUELA]), KM 7+540 DESDE EL CRUCE CON LA RUTA NACIONAL 23. FECHA: 13 DE JUNIO DE 2018. FUENTE: NOTA INFORME LM-PI-050-2018, LANAMMEUCR. .... 45

## ÍNDICE DE TABLAS

**TABLA 1.** CHEQUEOS DE COMPACTACIÓN EN SITIO EJECUTADOS DURANTE LA REHABILITACIÓN A LA RUTA NACIONAL 17. .... 14

**TABLA 2.** DISTRIBUCIÓN CRONOLÓGICA DE LOS CHEQUEOS DE COMPACTACIÓN EN SITIO EJECUTADOS DURANTE LA REHABILITACIÓN A LA RUTA NACIONAL 17. .... 15

**TABLA 3.** EXTRACTO DEL INFORME 18-LA2-0319-1231 (25 DE JULIO DE 2018) ..... 16

**TABLA 4.** FECHAS, ESTACIONAMIENTOS Y NÚMEROS DE INFORME CORRESPONDIENTES A LAS DENSIDADES MÁXIMAS CALCULADAS PARA EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE LA RUTA NACIONAL 17. .... 17

**TABLA 5.** EXTRACTO DEL INFORME 18-LA2-0256-1231 ..... 18

**TABLA 6.** PROMEDIO DE LAS DENSIDADES MÁXIMAS Y LAS HUMEDADES ÓPTIMAS REPORTADAS EN LOS INFORMES 18-LA2-0237-1231, 18-LA2-0245-1231 Y 18-LA2-0251-1231 ..... 18

**TABLA 7.** CHEQUEOS DE COMPACTACIÓN EN SITIO EJECUTADOS DURANTE LA REHABILITACIÓN A LA RUTA NACIONAL 154. .... 19

**TABLA 8.** DISTRIBUCIÓN CRONOLÓGICA DE LOS CHEQUEOS DE COMPACTACIÓN EN SITIO EJECUTADOS DURANTE LA REHABILITACIÓN A LA RUTA NACIONAL 154. .... 20

**TABLA 9.** FECHAS, ESTACIONAMIENTOS Y NÚMEROS DE INFORME CORRESPONDIENTES A LAS DENSIDADES MÁXIMAS CALCULADAS PARA EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE LA RUTA NACIONAL 154. .... 21

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 7 de 71
---------------------	--	----------------



## INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA. EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS EN LA LICITACIÓN PÚBLICA 2014LN-000018-0CV00

### 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.”*

### 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

El objetivo general de este informe de auditoría técnica es revisar la ocurrencia de algunas prácticas observadas por el equipo auditor en algunos frentes de obra, utilizadas en el diseño y la construcción de bases estabilizadas y mejoradas y su control de calidad, con el fin de encontrar situaciones de mejora que puedan brindar mayor garantía en la durabilidad de las obras y su desempeño.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 8 de 71
---------------------	--	----------------





### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Resumir en este informe, casos detectados por la Unidad de Auditoría Técnica, en los que se han encontrado prácticas de construcción y de verificación de calidad que puedan ser mejoradas en la construcción de bases estabilizadas o mejoradas con cemento.
- Brindar un insumo que permita fortalecer la uniformidad de criterios en todo el país en cuanto a prácticas constructivas y de verificación de calidad en la colocación de bases estabilizadas o mejoradas con cemento.

### 4. ALCANCE DEL INFORME

El alcance de este informe de auditoría técnica comprende la revisión de las prácticas utilizadas en la estabilización y mejoramiento de bases granulares en sitio de acuerdo con lo observado en visitas técnicas a proyectos de conservación vial y la revisión de documentación de diseños y ensayos de laboratorio utilizados en el control de calidad de las obras ejecutadas bajo el marco de la licitación pública número 2014LN-000018-OCV00.

El propósito se enfoca en señalar oportunidades de mejora y recomendaciones que permitan optimizar los recursos utilizados en proyectos de rehabilitación de vías a cargo de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, y que pueda ayudar a fortalecer la uniformidad del criterio técnico en todo el país, con el fin de lograr una garantía de obtención de obras con mayor durabilidad y mejor desempeño.

### 5. ANTECEDENTES

La construcción de bases mejoradas o estabilizadas con cemento es un tipo de intervención que ha ido evolucionando con el tiempo. Condiciones como las que se especifican para la obtención de pastillas para determinar la resistencia a 7 días han venido cambiando respecto a las especificaciones técnicas definidas en el anterior Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-77, con el actual CR-2010, con el fin de que estos ensayos tengan mayor representatividad con el proceso constructivo.

Específicamente la sección 302. Base Estabilizada con cemento, del CR-2010, establece los requisitos técnicos necesarios en la construcción y la verificación de calidad. Además, el 14 de mayo de 2018, mediante el oficio LM-PI-025-2018 dirigido al actual Ministro de Obras Públicas y Transportes, Ing. Rodolfo Méndez Mata, se realizan algunas aclaraciones acerca del uso del Próctor Modificado en la metodología de diseño y como requisito de muestreo y ensayo para control de calidad.

De acuerdo con estas aclaraciones se resalta la importancia del uso de la energía del Próctor Modificado, en el sentido de que se refleje en menor cantidad de cemento en la búsqueda de resistencias especificadas, sin que sean excesivas, y en consecuencia, minimizar problemas en la contracción de este material, siendo además una práctica que induce a la optimización de recursos materiales y económicos.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 9 de 71
---------------------	--	----------------



De acuerdo con esto, la Unidad de Auditoría Técnica ha realizado algunos Informes Técnicos en los que se toman en consideración prácticas constructivas en la construcción de bases mejoradas y estabilizadas, además de la emisión de algunas notas informe, con el fin de informar a la Administración sobre mejoras que pueden ser aplicadas en estos procesos de construcción de obra y de control de calidad.

## 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.

Estos hallazgos y observaciones pretenden identificar oportunidades de mejoras para el desarrollo de los procesos en la etapa constructiva y/o operativa, mismas que deben ser analizadas, con el propósito de plantear medidas preventivas y correctivas, tanto para los proyectos en estudio como para los futuros, y que estas sean implementadas por el MOPT-CONAVI.

## 7. DOCUMENTOS DE PREVALENCIA

Las especificaciones para el control de la calidad en términos de regularidad superficial para proyectos de conservación se indican en el cartel de licitación pública 2014LN-000018-0CV00. Además, este define que los trabajos se deben realizar conforme las especificaciones técnicas especiales y las contenidas en los siguientes documentos contractuales:

- Especificaciones Especiales incluidas en el capítulo III.
- Tomo de Disposiciones para Construcción y Conservación Vial.
- Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes (CR-2010).
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).
- Las normas relacionadas con 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 por carreteras con base en el peso y las dimensiones de los vehículos de carga), y sus reformas.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 10 de 71
---------------------	--	-----------------



- Manual SCV: Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras Universidad de Costa Rica.
- Decreto ejecutivo 33148-MOPT, publicado en La Gaceta No.100, de fecha 25 de mayo de 2006, con respecto a la seguridad vial.
- Manual para el desarrollo de Proyectos de Infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, en la formulación y ejecución de las Obras Públicas pertinentes controladas por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y por el Estado Costarricense.
- Ley de Tránsito por las Vías Públicas y Terrestres, Ley 9078.

## 8. UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE CONSERVACIÓN VIAL

La licitación pública actual 2014LN-000018-0CV00, correspondiente a conservación de la Red Vial Nacional (RVN) en Costa Rica está a cargo del Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI). Esta posee los ítems requeridos para realizar rehabilitaciones en las que se requiere un acondicionamiento de las bases existentes, actividades pagadas mediante precios unitarios para cada una de las 22 zonas de conservación en el país, las cuales a su vez se agrupan en 10 líneas (ver Figura 1).

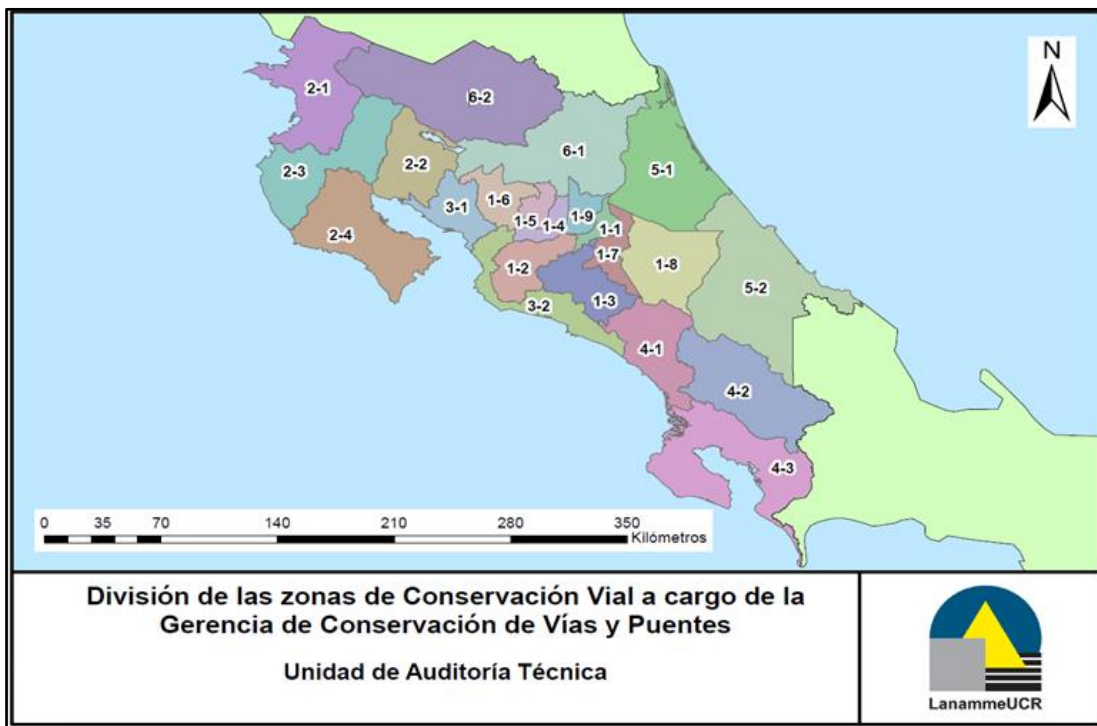


Figura 1. Zonas de Conservación Vial a cargo de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.  
Fuente: UAT-LanammeUCR



## 9. 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-AT-59B-2019 fue remitido a la Administración y recibido el día 08 de agosto de 2019, mediante oficio LM-IC-D-0620-19 y recibido el 12 de agosto de 2019 por la Administración, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. 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 del informe se realizó el día 23 de agosto de 2019 en las instalaciones del LanammeUCR, 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 participaron la Ingeniera Regional Central, Hannia Rosales Hernández, por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. Además, de los ingenieros Manrique Aguilar Oreamuno, Berny Quirós Vargas y Joshimar Tejeda Valverde por parte del Departamento de Auditoría Interna de CONAVI, así como los auditores encargados de ejecutar el informe técnico, Ing. Sergio Guerrero Aguilera, Ing. José David Rodríguez Morera, Ing. Luis Diego Herra Gómez, el Ing. Mauricio Salas Chaves y la Ing. Wendy Sequeira Rojas MSc., coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.

A partir de la presentación, se otorgó plazo adicional a la Administración para referirse de forma escrita al informe, de tal forma que se fijó el día 10 de setiembre para recibir el documento de descargo.

A pesar de que no se cumplió por parte de la Administración con este plazo, se aceptó la recepción de algunos documentos enviados por medio de correo electrónico el día 11 de setiembre, donde se remiten por medio del oficio GCSV-01-2019-4305 emitido por el Gerente Edgar Meléndez Cerda con fecha 11 de setiembre de 2019.

En cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica y una vez recibida la información enviada como descargo al informe preliminar, se procedió a analizarla para emitir el presente informe LM-AT-59-2019 en su versión final, para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

En el anexo del informe se adjunta el oficio GCSV-01-2019-4305 de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes donde se remiten los cuatro 4 oficios (DRC-44-2019-4307, DRPC-47-2019-0558, COFEC (1-5)-0203-2019 y COFEC (1-6)-0563-2018) que conforman el descargo. Además, se incluye el análisis realizado por el equipo auditor, donde se hacen las aclaraciones y comentarios correspondientes.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 12 de 71
---------------------	--	-----------------



## 10. 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.

### 10.1. Hallazgos de la Auditoría Técnica

#### **HALLAZGO 1: SE EVIDENCIARON DEFICIENCIAS EN CUANTO AL PROCESO DE CONTROL DE LA CALIDAD ASOCIADO A LA CONSTRUCCIÓN DE BASES ESTABILIZADAS**

El presente hallazgo se fundamenta en la revisión del contenido de los informes de verificación de la calidad recibidos por la Administración y aportados para esta Auditoría Técnica, sobre el caso de los trabajos de rehabilitación de la calzada ejecutados en la ruta nacional 17 (secciones de control 60621, 60622 y 60623), entre los meses de mayo y octubre de 2018 y la ruta nacional 154 (secciones de control 40421 y 40422), entre los meses de julio y septiembre de 2018.

A partir de esta revisión, se logró evidenciar un contraste en cuanto a la cantidad de muestreos ejecutados entre las rutas nacionales 17 y 154, siendo que, para la ruta nacional 154 el plan de muestreo ejecutado fue más completo. Dicho contraste y algunas deficiencias encontradas se describen a continuación:

- a) Sobre los controles de compactación realizados en la base estabilizada con cemento.**

#### **Caso 1: ruta nacional 17**

Para este proyecto, que tiene una longitud de aproximadamente 12,3 km, se evidenció que se realizaron 123 chequeos de compactación en sitio, cuyos resultados se entregaron a la

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 13 de 71
---------------------	--	-----------------



Administración mediante 18 informes de verificación de la calidad, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Chequeos de compactación en sitio ejecutados durante la rehabilitación a la Ruta Nacional 17.

Fecha	Est. Inicial	Est. Final	Longitud	Cantidad de ensayos	Informe
11 de junio	6+780	6+710	70	4	18-LA2-0235-1231
12 de junio	7+100	7+590	490	8	18-LA2-0010-1231
15 de junio	6+440	7+980	1540	9	18-LA2-0070-1231
16 de junio	7+094	7+489	395	8	18-LA2-0072-1231
19 de junio	7+608	8+106	498	6	18-LA2-0248-1231
21 de junio	10+680	11+014	334	9	18-LA2-0013-1231
22 de junio	11+250	11+594	344	8	18-LA2-0015-1231
23 de junio	11+656	12+104	448	12	18-LA2-0017-1231
24 de junio	12+140	12+340	200	4	18-LA2-0256-1231
25 de junio	10+591	10+955	364	6	18-LA2-0259-1231
26 de junio	11+000	11+300	300	6	18-LA2-0019-1231
27 de junio	11+450	11+700	250	6	18-LA2-0022-1231
28 de junio	11+730	11+983	253	6	18-LA2-0024-1231
6 de julio	1+868	2+896	1028	8	18-LA2-0274-1231
9 de julio	2+986	3+518	532	6	18-LA2-0287-1231
10 de julio	0+360	0+996	636	6	18-LA2-0290-1231
25 de julio	9+381	9+560	179	4	18-LA2-0319-1231
1 de agosto	8+906	9+440	534	7	18-LA2-0330-1231

Fuente: VIETO & Asociados, 2018

En términos generales (considerando la totalidad del proyecto), la cantidad de chequeos de compactación realizados excede la requerida por el CR-2010. Específicamente, sobre la mezcla estabilizada, la versión vigente del CR-2010<sup>1</sup> menciona que debe realizarse un ensayo de densidad en sitio y contenido de humedad por cada 400 m<sup>3</sup> de base estabilizada o un ensayo diario.

Por lo tanto, para los trabajos de rehabilitación ejecutados en la Ruta Nacional 17, debieron haberse realizado al menos 53 chequeos de compactación (tomando en cuenta el criterio de realización de un ensayo diario) o 83 chequeos de compactación (si se tomaba en cuenta el criterio de un ensayo por cada 400 m<sup>3</sup>). Al realizarse 123 ensayos, es importante considerar su justificación técnica, debido a que podrían generar un costo adicional a la Administración en cuanto a verificación de calidad.

<sup>1</sup> Actualizada el 16 de enero de 2017 mediante el Decreto Ejecutivo DE-40333-MOPT.



Sin embargo, al analizar con detalle la distribución cronológica en la que fueron ejecutados los chequeos de compactación, se evidenció que la mayoría de estos ensayos fueron ejecutados en el mes de junio (específicamente en este mes se ejecutaron 92 de los 123 chequeos de compactación) (ver Tabla 2). De este modo, al considerar los chequeos de compactación ejecutados en los demás meses, se observa una reducción considerable en la cantidad de ensayos realizados.

**Tabla 2.** Distribución cronológica de los chequeos de compactación en sitio ejecutados durante la rehabilitación a la Ruta Nacional 17.

Mes	m <sup>2</sup> reacondicionados	m <sup>3</sup> recuperados (1)	Cantidad de ensayos por realizar según el criterio de m <sup>3</sup> recuperados	Cantidad de ensayos por realizar según el criterio de días laborados	Cantidad de ensayos realizados
Mayo	891,70	249,70	0,60	1	0
Junio	29.629,10	8.296,10	20,70	17	92
Julio	43.793,70	12.262,20	30,70	17	24
Agosto	38.428,00	10.759,80	26,90	15	7
Septiembre	5.432,20	1.521,00	3,80	3	0
Total general	118.174,60	33.088,90	82,70	53	123

(1) Considerando un espesor de base estabilizada de 28 cm, según lo establecido en el diseño 01-1366-2017 de LGC.

Lo señalado anteriormente, a criterio de esta auditoría representa una deficiencia en el proceso de verificación de la calidad de los trabajos ejecutados, ya que la concentración de chequeos de compactación en un mes, que además no fue en el que se ejecutó la mayor parte de la estabilización con cemento, permite que varios tramos del proyecto queden sin su correspondiente chequeo de compactación. Por ejemplo: entre los estacionamientos 3+518 y 6+440 (aproximadamente un 25 % del proyecto) no se realizaron chequeos de compactación, situación que limita la oportuna identificación de deficiencias en el proceso constructivo. De este modo, se recomienda a la Administración velar por que la distribución de los ensayos para el chequeo de compactación de bases estabilizadas sea más uniforme.

Otro de los aspectos evidenciados a partir de la información expuesta en el Sistema de Gestión de Proyectos de CONAVI (SIGEPRO), fue que uno de los informes de verificación de la calidad enviado a la Administración hacía referencia a un conjunto de chequeos de compactación ejecutados sobre un tramo de carretera cuya base había sido estabilizada un día antes de la ejecución de los chequeos (ver Tabla 3), ya que la base fue estabilizada el 24 de julio de 2018 y el chequeo de compactación fue ejecutado el 25 de julio. Por lo tanto, las densidades y humedades reportadas en este informe no son representativas de la condición de compactación durante el proceso constructivo de la base estabilizada.



Tabla 3. Extracto del informe 18-LA2-0319-1231 (25 de julio de 2018)

DATOS DE REFERENCIA SEGUN ORDEN				18-LA2-0251-1231		
Densidad referencia:		2 004 kg/m <sup>3</sup>		Humedad óptima: 10 %		

CONTROL NÚMERO	LOCALIZACIÓN	DENSIDAD SITIO		PORCENTAJE DE HUMEDAD EN SITIO	DENSIDAD REFERENCIA kg/m <sup>3</sup>	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN
		HÚMEDA kg/m <sup>3</sup>	SECA kg/m <sup>3</sup>			
1	9+381 LD	2 282	1 999	14,2	2 004	99,8
2	9+450 LD	2 274	1 991	14,2	2 004	99,4
3	9+510 LD	2 336	1 999	16,9	2 004	99,8
4	9+560 LD	2 298	1 990	15,5	2 004	99,3

Fuente: VIETO & Asociados, 2018

Sobre este aspecto el CR-2010 señala lo siguiente:

*“La humedad óptima y la densidad seca máxima se determinarán antes del comienzo de la construcción (ver subsección 302.03 (c) Metodología de diseño, apartado (1)) y también en el campo durante la construcción mediante una prueba de humedad-densidad (...).”*

Fuente: MOPT, 2017

Es indispensable que los ensayos para determinar el grado de compactación se realicen cuando se esté densificando la capa o por lo menos al final de este proceso, con el fin de garantizar una densidad máxima requerida mientras inicia el periodo de ganancia de resistencia. Perderían relevancia ensayos de compactación que se realicen horas después del proceso de compactación, ya que, si se determina que no se ha alcanzado una densificación adecuada, no se podría aplicar energía adicional debido a que el proceso de ganancia de resistencia ya estaría en proceso y la carga de compactación podría afectar los enlaces ya formados por la reacción agua-cemento dentro de la mezcla. De acuerdo con esto, es vital el control de densificación en el momento preciso del proceso de compactación, y posteriormente poder determinar la densidad final satisfactoria para el inicio de ganancia de resistencia.

De este modo, a criterio del equipo auditor, los resultados de compactación tomados un día después de la compactación de la base perderían representatividad de lo que se busca verificar para garantizar un aceptable inicio de curado y ganancia de resistencia de la base.

Por otro lado, en cuanto a los ensayos de densidad máxima en el material de base estabilizada, se evidenció la ejecución de 5 pruebas a lo largo de todo el proyecto (ver Tabla 4). Dichas pruebas son necesarias pues constituyen el punto de referencia con respecto al cual se determina el porcentaje compactación de la base mediante los chequeos de compactación.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 16 de 71
---------------------	--	-----------------





**Tabla 4.** Fechas, estacionamientos y números de informe correspondientes a las densidades máximas calculadas para el proyecto de rehabilitación de la Ruta Nacional 17.

Fecha	Estacionamiento	Lado	Informe
11 de junio	7+182	LI	18-LA2-0236-1231
11 de junio	6+781	LI	18-LA2-0237-1231
19 de junio	7+615	LD	18-LA2-0245-1231
20 de junio	10+683	LI	18-LA2-0251-1231
6 de julio	2+528	LD	18-LA2-0275-1231

Fuente: VIETO & Asociados, 2018

Por la importancia del parámetro de densidad máxima para la determinación de los porcentajes de compactación, el CR-2010 en la Tabla 302-3 “*Requisitos de muestreo y Ensayo*” establece que debe realizarse un ensayo de densidad máxima por día laborado. De este modo, es claro que hubo un incumplimiento por parte del laboratorio de verificación de la calidad, ya que realizaron solamente 5 ensayos de densidad máxima al material de base estabilizada a pesar de que en el proyecto se trabajó durante 53 días en actividades de reacondicionamiento de la calzada.

Lo mencionado anteriormente repercute directamente en los resultados de porcentaje de compactación obtenidos mediante los chequeos de compactación, ya que como se ha mencionado, el porcentaje de compactación se calcula al tomar como referencia la densidad máxima del material. De este modo, contar con una cantidad escasa de densidades máximas hace que los puntos referencia estén muy distantes entre sí y esto podría generar resultados sesgados de porcentaje de compactación, por efecto de la heterogeneidad del material.

En el caso específico de la rehabilitación a la Ruta Nacional 17 se evidenció que para determinar el porcentaje de compactación de la base estabilizada entre los estacionamientos 0+360 y 0+996, se utilizó la densidad máxima asociada al estacionamiento 10+683 (informe 18-LA2-0251-1231), a pesar de que había densidades máximas calculadas para estacionamientos más cercanos a este punto, por ejemplo: el 2+528 (informe 18-LA2-0275-1231).

Por otro lado, en esta misma rehabilitación, se evidenció otro aspecto que llamó la atención del equipo auditor, y corresponde al hecho de que para determinar el porcentaje de compactación en algunos puntos de la rehabilitación se tomó como referencia el promedio de las densidades máximas obtenidas a partir de distintos ensayos. Para ilustrar esta situación, se expone el caso del informe 18-LA2-0256-1231 (ver Tabla 5), que corresponde al cálculo del porcentaje de compactación entre los estacionamientos 12+140 y 12+340, donde se utilizó como referencia el promedio de las densidades máximas y humedades óptimas expuestas en los informes (ver Tabla 6): 18-LA2-0237-1231, 18-LA2-0245-1231 y 18-LA2-0251-1231, que corresponden a las densidades máximas en los estacionamientos 6+781, 7+615 y 10+683 respectivamente.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 17 de 71
---------------------	--	-----------------



Tabla 5. Extracto del informe 18-LA2-0256-1231

DATOS DE REFERENCIA SEGÚN ORDENES: 18-LA2-0237-1231, 18-LA2-0245-1231, 18-LA2-0251-1231						
Densidad referencia: 1 830 kg/m <sup>3</sup>		Humedad óptima: 14,7 %				
CONTROL NÚMERO	LOCALIZACIÓN	DENSIDAD SITIO		PORCENTAJE DE HUMEDAD EN SITIO	DENSIDAD REFERENCIA kg/m <sup>3</sup>	PORCENTAJE DE COMPACTACIÓN
		HÚMEDA kg/m <sup>3</sup>	SECA kg/m <sup>3</sup>			
1	12+140 LI	2 002	1 797	11,4	1 830	98,2
2	12+198 LI	2 010	1 807	11,3	1 830	98,7
3	12+268 LI	2 059	1 821	13,1	1 830	99,5
4	12+340 LI	2 030	1 817	11,8	1 830	99,3

Fuente: VIETO & Asociados, 2018

Tabla 6. Promedio de las densidades máximas y las humedades óptimas reportadas en los informes 18-LA2-0237-1231, 18-LA2-0245-1231 y 18-LA2-0251-1231

Informe	Densidad máxima (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)
18-LA2-0237-1231	1.730	18
18-LA2-0245-1231	1.755	16
18-LA2-0251-1231	2.004	10
Promedio	<b>1.830</b>	<b>14,7</b>

Fuente: VIETO & Asociados, 2018

Sobre este aspecto, es criterio del equipo auditor que pudo utilizarse como referencia la densidad máxima más cercana al punto donde se realizó el chequeo de compactación. En el caso anterior, por ejemplo, pudo haberse considerado la densidad máxima de 2004 kg/m<sup>3</sup>, correspondiente al informe 18-LA2-0251-1231 realizado para el estacionamiento 10+683 (el más cercano a los puntos evaluados), densidad para la cual se hubiesen reportado porcentajes de compactación menores a los señalados en la Tabla 5 (alrededor de 90 %). Sin embargo, como se ha señalado, es necesario contar con una mayor cantidad de ensayos de densidad máxima, tal como lo señala el CR-2010, para reducir el sesgo asociado a la heterogeneidad del material en el cálculo de los porcentajes de compactación.

## Caso 2: ruta nacional 154

Para este proyecto, que tiene una longitud de aproximadamente 9 km, se evidenció que se realizaron 262 chequeos de compactación en sitio, cuyos resultados se entregaron a la Administración mediante 35 informes de verificación de la calidad, como se muestra en la Tabla 7. Además, se determinó que dicha rehabilitación sí contó con la cantidad mínima requerida de chequeos de compactación, esto incluso si se realiza un ejercicio similar al ejecutado en la Tabla 2, donde se analiza el requerimiento mensual de chequeos de compactación, según la cantidad de m<sup>2</sup> rehabilitados (ver Tabla 8).

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 18 de 71
---------------------	--	-----------------



**Tabla 7.** Chequeos de compactación en sitio ejecutados durante la rehabilitación a la Ruta Nacional 154.

Fecha	Est. Inicial	Est. Final	Cantidad de ensayos	Informe
17 de julio	5+110	5+190	8	3621-2018
25 de julio	8+740	9+070	6	3789-2018
26 de julio	8+120	8+520	8	3836-2018
27 de julio	7+890	8+100	4	3838-2018
28 de julio	7+700	7+900	5	3851-2018
29 de julio	7+190	7+620	8	3897-2018
30 de julio	6+700	7+180	8	3902-2018
31 de julio	6+260	6+680	10	3933-2018
1 de agosto	5+650	6+240	12	3975-2018
6 de agosto	5+400	5+610	4	4036-2018
7 de agosto	5+040	5+350	4	4069-2018
8 de agosto	8+550	8+800	8	4115-2018
9 de agosto	8+180	8+500	8	4155-2018
10 de agosto	7+950	8+100	4	4201-2018
11 de agosto	7+680	7+900	4	4204-2018
12 de agosto	6+900	7+600	8	4207-2018
13 de agosto	6+100	6+800	8	4239-2018
14 de agosto	5+688	6+050	4	4248-2018
16 de agosto	5+090	5+300	4	4299-2018
17 de agosto	4+620	4+700	4	4348-2018
23 de agosto	4+200	4+550	6	4439-2018
27 de agosto	3+120	4+120	16	4587-2018
28 de agosto	2+850	3+050	4	4628-2018
29 de agosto	2+300	2+820	8	4668-2018
30 de agosto	1+750	2+200	8	4703-2018
31 de agosto	1+250	1+720	8	4754-2018
3 de septiembre	0+920	1+220	4	4865-2018
5 de septiembre	4+810	4+975	4	4866-2018
7 de septiembre	4+000	4+960	12	4937-2018
10 de septiembre	3+200	3+750	12	4999-2018
11 de septiembre	2+650	3+050	9	5047-2018
12 de septiembre	1+200	1+540	8	5082-2018
18 de septiembre	1+050	1+700	14	5264-2018
24 de septiembre	0+210	0+900	12	5474-2018
27 de septiembre	0+250	0+900	8	5695-2018

Fuente: CACISA, 2018

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 19 de 71
---------------------	--	-----------------



**Tabla 8.** Distribución cronológica de los chequeos de compactación en sitio ejecutados durante la rehabilitación a la Ruta Nacional 154.

Mes	m <sup>2</sup> reacondicionados	m <sup>3</sup> recuperados <sup>(1)</sup>	Cantidad de ensayos por realizar según el criterio de m <sup>3</sup> recuperados	Días laborados / Cantidad de ensayos por realizar según el criterio de días laborados	Cantidad de ensayos realizados
Julio	13.133,25	3.283,31	8	9	57
Agosto	43.026,73	10.756,68	27	21	122
Septiembre	28.336,34	7.084,08	18	13	83
Total general	84.496,32	21.124,08	53	43	262

(1) Considerando un espesor de base estabilizada de 25 cm, según lo establecido en el diseño estructural correspondiente a esta rehabilitación.

Cabe destacar que, si bien se cumplió con ensayos mínimos, también se debe considerar realizar los ensayos necesarios sin que la Administración deba incurrir en costos extra por la realización de ensayos en exceso, con excepción de casos especiales en los que se requieran resultados adicionales para corroborar condiciones particulares.

Sin embargo, se observó que al igual que en el caso anterior (de la ruta nacional 17) se realizaron chequeos de compactación días después del proceso de densificación del material de base estabilizada. Por ejemplo: el informe 4865-2018 de la empresa CACISA hace referencia a un chequeo de compactación realizado entre los estacionamientos 0+920 y 1+220 del día 3 de septiembre de 2018, cuando dichos estacionamientos fueron atendidos mediante actividades de reacondicionamiento de la calzada el día 1 de septiembre de 2018, según información obtenida de SIGEPRO.

Este aspecto, como se mencionó anteriormente, va en contra de lo señalado en el CR-2010 y además repercute negativamente en el desarrollo del proyecto, pues el hecho de medir la densidad de la base días después no permitiría obtener un dato que represente las condiciones de compactación justo después de la estabilización de la base y además no permitiría determinar oportunamente un problema de densidad en la base estabilizada.

Por otro lado, en cuanto a los ensayos de densidad máxima en el material de base estabilizada, se evidenció la ejecución de 65 pruebas a lo largo de todo el proyecto (ver Tabla 9). Este dato, en comparación con las 5 densidades máximas calculadas para el proyecto de rehabilitación de la ruta nacional 17, resulta muy positivo pues entre más densidades máximas se hayan calculado, más representativos serán los porcentajes de compactación calculados.



**Tabla 9.** Fechas, estacionamientos y números de informe correspondientes a las densidades máximas calculadas para el proyecto de rehabilitación de la Ruta Nacional 154.

Fecha	Estacionamiento	Lado	Informe
17 de julio	5+190	LD	3607-2018
17 de julio	5+158	LD	3607-2018
17 de julio	5+134	LD	3607-2018
17 de julio	5+110	LD	3607-2018
27 de julio	8+020	LD	3791-2018
27 de julio	8+020	LD	3791-2018
27 de julio	8+020	LD	3840-2018
28 de julio	7+900	LD	3853-2018
29 de julio	7+550	ND	3898-2018
29 de julio	7+280	ND	3898-2018
30 de julio	7+050	LD	3904-2018
30 de julio	6+800	LD	3904-2018
31 de julio	6+600	LD	3932-2018
31 de julio	6+400	LD	3932-2018
1 de agosto	6+100	LD	3977-2018
1 de agosto	5+800	LD	3977-2018
6 de agosto	5+500	LD	4049-2018
7 de agosto	5+280	LD	4072-2018
8 de agosto	8+870	LI	4117-2018
8 de agosto	8+650	LI	4117-2018
9 de agosto	8+480	LI	4156-2018
9 de agosto	8+250	LI	4156-2018
10 de agosto	8+010	LI	4203-2018
11 de agosto	7+810	LI	4206-2018
12 de agosto	7+450	LI	4209-2018
12 de agosto	7+000	LI	4209-2018
13 de agosto	6+640	LI	4241-2018
13 de agosto	6+210	LI	4241-2018
14 de agosto	6+100	LI	4247-2018
16 de agosto	5+210	LI	4298-2018
17 de agosto	5+000	LI	4350-2018
17 de agosto	4+650	LI	4350-2018
21 de agosto	4+560	LI	4394-2018
23 de agosto	4+310	LI	4441-2018
26 de agosto	4+075	LI	4551-2018
26 de agosto	3+700	LI	4551-2018
27 de agosto	3+450	LI	4588-2018
27 de agosto	3+250	LI	4588-2018
28 de agosto	2+980	LI	4627-2018
29 de agosto	2+700	LI	4667-2018
29 de agosto	2+420	LI	4667-2018
30 de agosto	2+110	LI	4705-2018

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 21 de 71
---------------------	--	-----------------



Fecha	Estacionamiento	Lado	Informe
30 de agosto	1+810	LI	4705-2018
31 de agosto	1+670	LI	4697-2018
31 de agosto	1+660	LI	4697-2018
1 de septiembre	1+050	LI	4773-2018
5 de septiembre	4+800	LD	4868-2018
5 de septiembre	4+650	LD	4868-2018
6 de septiembre	4+450	LD	4911-2018
8 de septiembre	3+670	LD	4955-2018
1 de septiembre	3+450	LD	4957-2018
9 de septiembre	3+225	LD	4959-2018
11 de septiembre	3+020	LD	5009-2018
10 de septiembre	2+750	LD	5011-2018
11 de septiembre	2+450	LD	5058-2018
11 de septiembre	2+100	LD	5060-2018
13 de septiembre	3+670	LD	5093-2018
13 de septiembre	1+650	LD	5132-2018
13 de septiembre	1+450	LD	5134-2018
13 de septiembre	1+190	LD	5136-2018
21 de septiembre	0+897	LD	5433-2018
21 de septiembre	0+585	LD	5433-2018
21 de septiembre	0+360	LD	5433-2018
27 de septiembre	0+860	LI	5611-2018
27 de septiembre	0+380	LI	5611-2018

Fuente: CACISA, 2018

## b) Sobre la caracterización del material de base mediante análisis granulométricos.

### Caso 1: ruta nacional 17

Otro de los aspectos evidenciados por el equipo auditor, que representa una deficiencia en el control de calidad del proyecto, corresponde a la cantidad de ensayos de granulometría llevados a cabo, ya que para este proyecto se realizaron solo dos análisis granulométricos detallados como control de calidad durante la ejecución del proyecto, uno el 14 de junio de 2018 (18-LA3-0068-1231) y el otro el 30 de agosto de 2018 (18-LA2-0388-1231).

Adicionalmente, en cada uno de los informes de densidad máxima emitidos (cinco en total, ver Tabla 4) se adjunta una tabla con una distribución granulométrica del porcentaje de agregado retenido en las mallas de 50 mm, 19 mm y 4,75 mm.

Sobre este particular, el CR-2010 señala que debe realizarse un ensayo de granulometría a cada 100 m o un ensayo diario sobre el agregado reciclado para base estabilizada, después de la escarificación. Por lo tanto, tomando en cuenta que el proyecto de la Ruta Nacional 17 se extiende a lo largo de aproximadamente 12 km y que las labores de estabilización de la

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 22 de 71
---------------------	--	-----------------



base duraron 53 días, es claro que hubo un incumplimiento en cuanto a la cantidad de análisis granulométricos ejecutados.

Lo señalado anteriormente, representa una limitante que afecta la caracterización del material de base que se va a estabilizar, ya que un adecuado control granulométrico puede ser un insumo valioso para determinar posibles puntos para los cuales es necesario modificar el diseño de la base estabilizada, reduciendo así la posibilidad de obtener resultados de resistencia en la base estabilizada que puedan afectar el desempeño del pavimento.

### Caso 2: ruta nacional 154

Por otro lado, como contraste a lo evidenciado para la ruta nacional 17 en términos de la ejecución de análisis granulométricos sobre el material de agregado reciclado para base estabilizada, se observó que en la ruta nacional 154 se realizaron 65 análisis granulométricos, por lo tanto, para este caso sí se cumple con lo especificado en el CR-2010.

Sobre este aspecto es importante garantizar una granulometría adecuada del material granular a estabilizar en sitio, más aún cuando se utiliza la capa asfáltica existente o parte de ella. De acuerdo con esto es necesario evitar que queden partículas con sobretamaño mayores a 75mm luego del proceso de recuperación. Además, se debe garantizar que al menos un 50% pase el tamiz No.4 (4,75mm). Esto es especificado en el CR-2010, en la sección 302 de base estabilizada con cemento, propiamente para bases estabilizadas en sitio con material existente. En este sentido es importante que la recuperadora funcione de forma eficiente, triturando satisfactoriamente el material existente y que se revise la granulometría resultante acorde con lo esperado en el diseño realizado.

De este modo, se hace necesario el cumplimiento del control granulométrico señalado en el CR-2010, donde se observó que para el caso 1 (ruta nacional 17) no se estaba cumpliendo con dicho control, mientras que para el caso 2 (ruta nacional 154) sí se estaba cumpliendo con la ejecución de dichos ensayos.

## HALLAZGO 2. SE EVIDENCIÓ AUSENCIA DE LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE BASES MEJORADAS Y ESTABILIZADAS EN LOS CONTRATOS DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RED VIAL NACIONAL

Se evidenció que la caracterización de materiales existentes solicitada en el diseño de pavimentos de rehabilitaciones de la red vial nacional, de acuerdo con el ítem M403(1)A de la licitación pública 2014LN-000018-0CV00, no fue considerada adecuadamente para el diseño de bases estabilizadas en proyectos de conservación vial.

Actualmente el ítem M403(1)A, dentro de sus especificaciones solicita la realización de sondeos de los materiales existentes cada kilómetro. La realización de estos sondeos permite

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 23 de 71
---------------------	--	-----------------



conocer al diseñador las propiedades del material existente tales como la graduación o granulometría, índices de plasticidad y espesores de las capas que conforman la estructura y la variabilidad que puede existir a lo largo de un tramo. De acuerdo con esto, en el diseño de las bases estabilizadas se puede definir el contenido de cemento óptimo a utilizar, así como el espesor de material de base virgen necesario de acuerdo a la granulometría existente en caso de que se requiera, además, se puede ajustar las dosificaciones de cemento necesarias según la variabilidad del tramo de análisis.

Sin embargo, algunos diseñadores de rehabilitaciones de proyectos de conservación vial, comúnmente presentan un único diseño de base estabilizada para un tramo a intervenir, sin considerar la variabilidad de los materiales existentes y espesores a lo largo de una ruta.

La condición descrita anteriormente ha generado alta variabilidad en las resistencias alcanzadas debido a la heterogeneidad de los materiales que el contratista se va encontrando conforme va ejecutando la rehabilitación, lo cual a su vez genera diferencias en la condición estructural de las intervenciones realizadas haciendo que algunas secciones de las rutas intervenidas queden más debilitadas estructuralmente que la condición buscada de diseño realizado o con mayores resistencias que conllevarían problemas adicionales al desempeño. Otra desventaja de omitir una adecuada caracterización de los materiales a lo largo de todo el tramo, es que durante el proceso constructivo se deben realizar ajustes en sitio, lo cual genera desviaciones importantes en el control del proceso constructivo, y en consecuencia, también en la calidad final de lo colocado, además de atrasos de los tiempos de ejecución del proyecto, debiéndose realizar comprobaciones en laboratorio, así como la realización de nuevos diseños para garantizar la resistencia requerida, siendo que estos aspectos debieron ser considerados antes del inicio de la ejecución de las obras, con la realización de diseños por tramos homogéneos de acuerdo a las características encontradas.

El equipo auditor ha evidenciado este tipo de inconvenientes en actividades de rehabilitación como las ejecutadas en la ruta nacional 17 en la provincia de Puntarenas y la ruta nacional 154 en Grecia de Alajuela, donde se ha presentado heterogeneidad en las resistencias obtenidas producto de la variabilidad de espesores y materiales encontrados en la estructura existente a lo largo de las vías intervenidas, lo cual a su vez ha generado variaciones en las tasas de dosificación de cemento conforme el avance del proyecto, readecuación de diseños y tiempos de espera para la continuación de los trabajos. Para ilustrar esta variabilidad, en la Figura 2 y Figura 3 se muestra la heterogeneidad en los resultados de resistencia a la compresión a los 7 días de pastillas de base estabilizada en la ruta nacional 154 (entre los estacionamientos 4+500 y 9+000), variabilidad que se expuso en el oficio LM-PI-073-2018, del 25 de septiembre del 2018.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 24 de 71
---------------------	--	-----------------



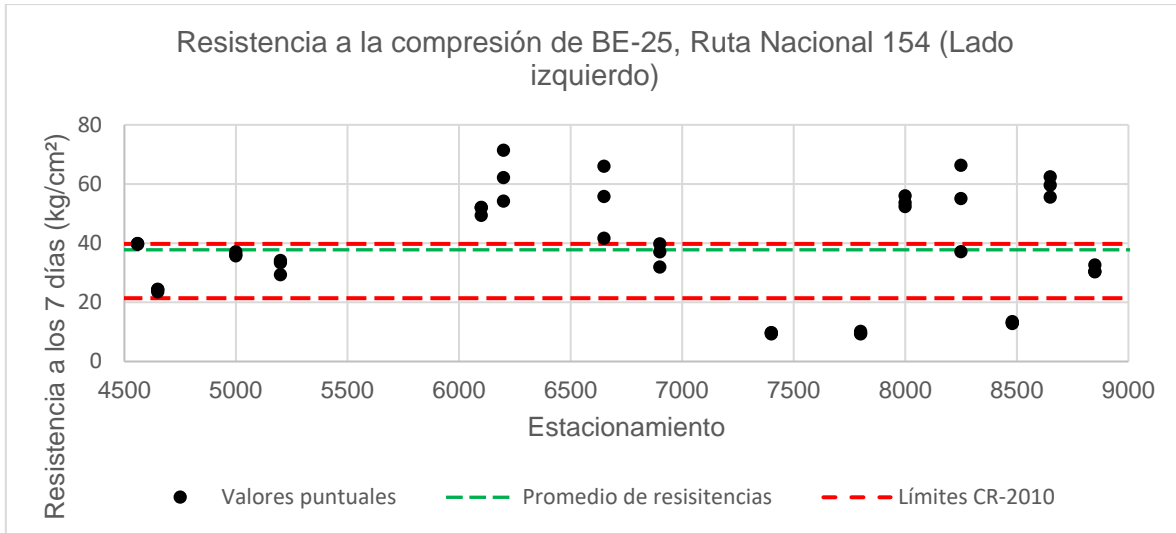


Figura 2. Resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada, obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad, a los 7 días de falla (Lado izquierdo).

Fuente: Laboratorio de verificación encargado de la zona de conservación vial 1-5 (CACISA)

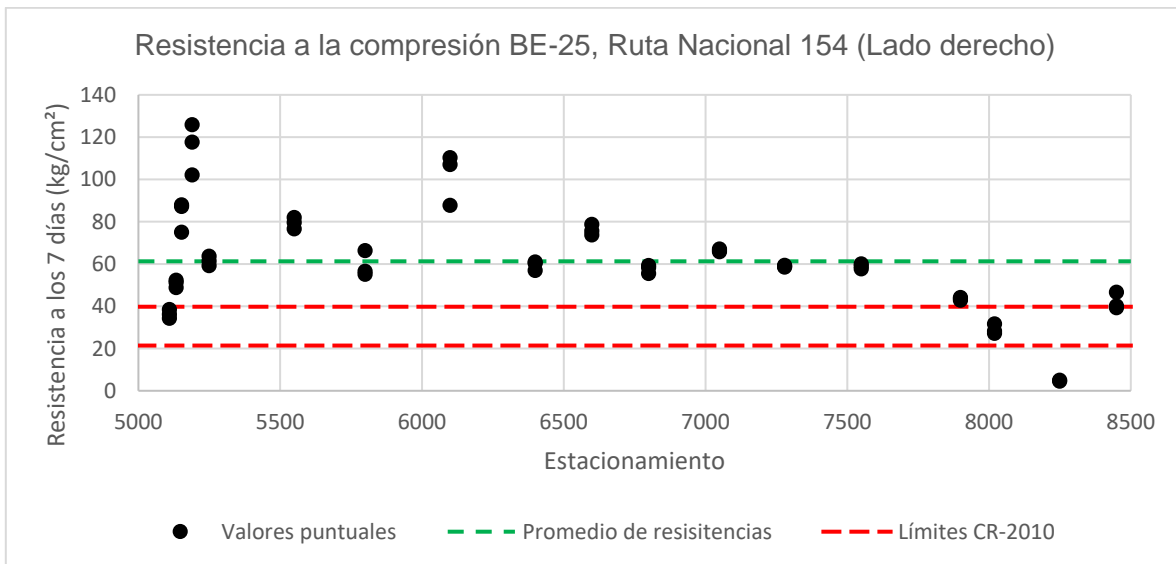


Figura 3. Resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada, obtenidos por el laboratorio de verificación de la calidad, a los 7 días de falla (Lado derecho).

Fuente: Laboratorio de verificación encargado de la zona de conservación vial 1-5 (CACISA)

Otro de los aspectos que llama la atención del equipo auditor es que tampoco existe una restricción del uso de la capa asfáltica como parte del espesor recuperado en el diseño de bases estabilizadas o mejoradas. Este aspecto puede incidir directamente en la variabilidad de la resistencia de las bases estabilizadas o la capacidad de soporte en el caso de bases mejoradas, ya que, dependiendo de la granulometría y porcentaje del material recuperado de



la mezcla asfáltica (RAP), el material estabilizado podría demandar una mayor dosificación de cemento para alcanzar la resistencia requerida, al existir mayor presencia de finos en el material recuperado, generando el aumento de costos de proyectos.

Estabilizaciones con cemento de un material compuesto por 100% de material recuperado de la capa asfáltica no son recomendables y tienen una gran posibilidad de que no cumplan resistencia y durabilidad, a pesar de que se utilice una cantidad considerable de cemento, por lo que debe determinarse técnicamente la porción máxima de material asfáltico por utilizar en una base estabilizada por medio de ensayos rigurosos de laboratorio para un certero diseño. Por otra parte, se debe definir si es necesario adicionar material granular nuevo con el fin de mejorar las propiedades del material buscado y requerido, además de lograr el nivel de rasante requerido antes de la colocación de la capa final de ruedo.

Las buenas prácticas de ingeniería en países como El Salvador consideran la realización de sondeos cada 250 m en proyectos de rehabilitaciones para caracterizar los tramos a recuperar, así como la definición de tramos homogéneos y la cantidad de diseños a realizar según cada tramo definido (ver Figura 4). Estos factores han permitido tener un control sobre la resistencia estimada partir del diseño y posteriormente del proceso constructivo, así como una considerable disminución de la varianza de las resistencias alcanzadas de acuerdo con las tasas de dosificación según las condiciones de sitio y materiales existentes.

Lo anterior se ejemplifica en la Figura 5 con los resultados de resistencia a la compresión de la base estabilizada de un proyecto de conservación vial de aproximadamente 19 km denominado El Sauce –El Sauce Concepción Norte, en El Salvador. En la Figura 6 se muestra la resistencia requerida del diseño de pavimentos y la resistencia permitida para la aprobación en campo. Se observa que la resistencia obtenida por el contratista dista en menos de 7 kg/cm<sup>2</sup> con la resistencia especificada en diseño y en menos de 2kg/cm<sup>2</sup> en relación con la resistencia permitida en el proceso constructivo y donde es posible observar cualitativamente una baja variabilidad en los datos obtenidos a través de los ensayos realizados.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 26 de 71
---------------------	--	-----------------

## Estratigrafía de la vía

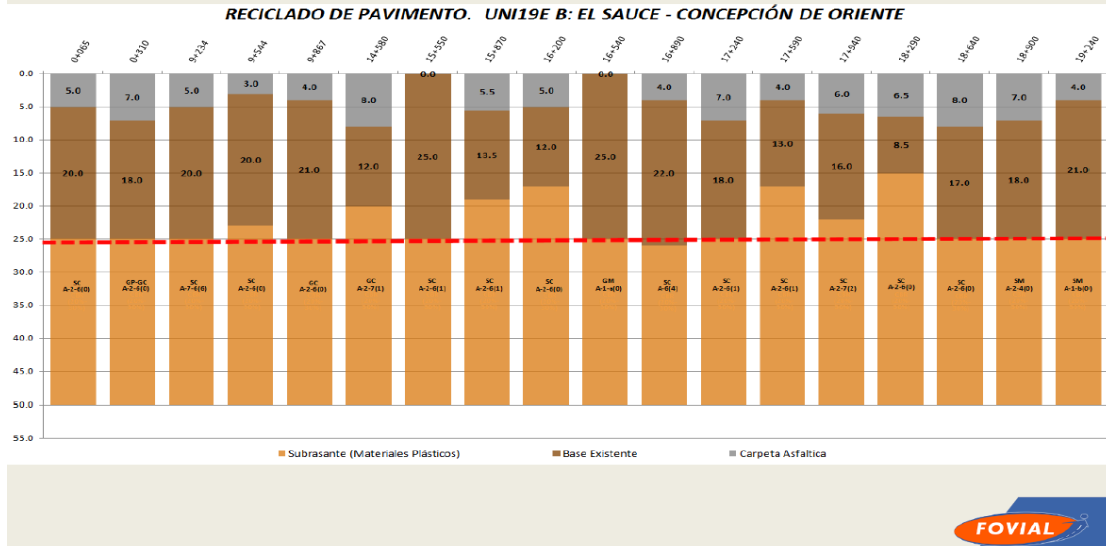


Figura 4. Sondeos realizados El Sauce – El Sauce Concepción Norte.  
Fuente: Infovial, 2018

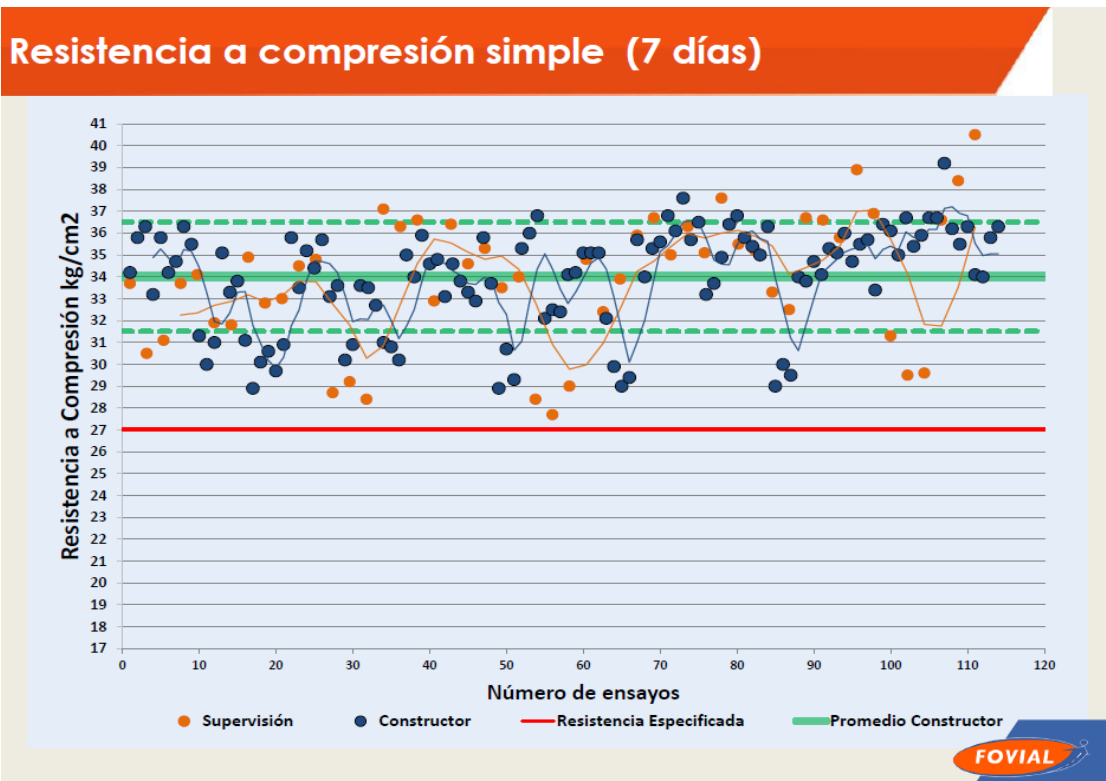
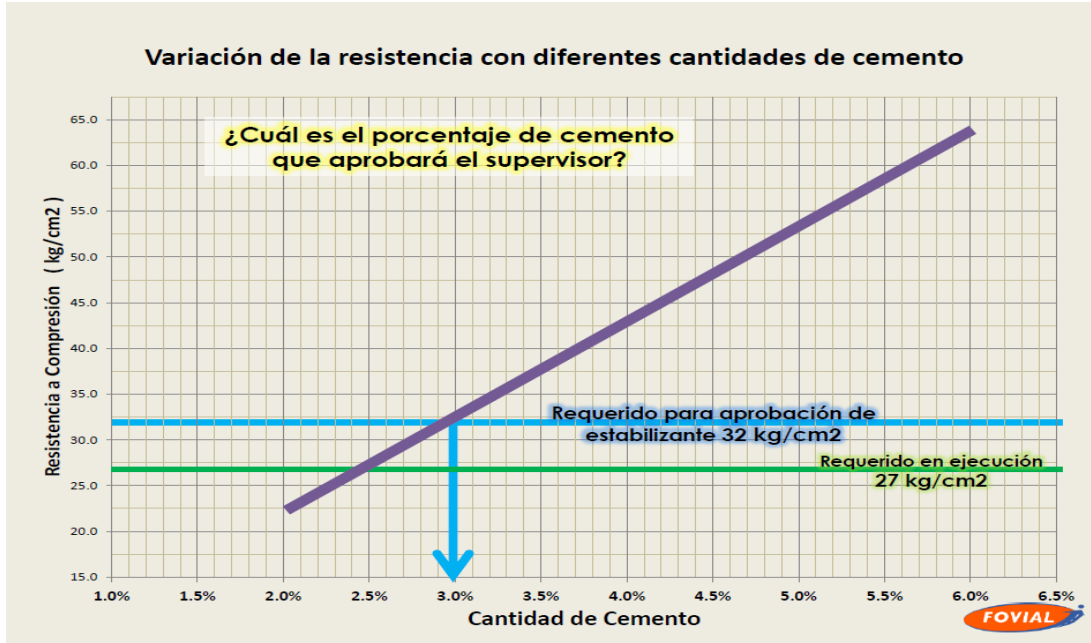


Figura 5. Resultados resistencia a la compresión El Sauce – El Sauce Concepción Norte, El Salvador  
Fuente: Infovial, 2018



**Figura 6.** Límites de resistencia a compresión base estabilizada  
Fuente: Infovial, 2018

Tal como se ejemplificó con el caso de estudio de El Salvador, es criterio del equipo auditor que, con la utilización de los datos de la caracterización de los materiales existentes para la realización de los diseños de pavimentos y el diseño de bases estabilizadas en función de tramos homogéneos dictados por las condiciones en sitio, se lograría alcanzar resistencias cercanas a la especificación con menor grado de variación. Además, es criterio del equipo auditor que un incremento en la frecuencia de los sondeos permitiría una caracterización más precisa de los materiales existentes, mejorando aún más la eficiencia del constructor y la homogenización de la capacidad estructural de los pavimentos rehabilitados.

Por otro lado, es importante mencionar que actualmente no existen lineamientos claros en el cartel de licitación en relación con el diseño de bases estabilizadas y mejoradas que garanticen que los diseñadores deban presentar diseños con contenido de cementos específicos para los tramos homogéneos definidos en el proyecto, si así se requiriera, de manera que se considere la variabilidad de las condiciones del pavimento existente.

El ítem M-30(A): Reacondicionamiento de la calzada asociado a las actividades de mejoramiento con cemento (bases estabilizada y bases mejoradas) en relación con el diseño de este tipo de materiales únicamente menciona que:



*Este material debe ser mezclado con cemento hidráulico que deberá ser dosificado en un porcentaje a definir por la Administración, de acuerdo con estudios realizados a las capas existentes, que deberán ser suministrados por el contratista a solicitud de la Unidad de Supervisión, de manera tal que se logre obtener un material de base mejorado en cuanto a características de plasticidad y/o resistencia.*

Por otra parte, el ítem M403 (1)A Diseño de rehabilitaciones y sobrecapas asfálticas, sí menciona aspectos sobre la determinación de espesores para este tipo de capas según los tramos homogéneos determinados, sin embargo, no hace ninguna referencia a la metodología de diseño del material y las dosificaciones a considerar por tramo homogéneo cuando se construyen este tipo de capas.

*Espesor de capas intermedias, en los casos de rehabilitación, ya sean sub-bases o bases de cualquier tipo, por tramo homogéneo. Deberán indicarse las intervenciones requeridas para períodos de diseño de 3 a 15 años, indicándose lo requerido año por año. Se aplicará la metodología de diseño de la AASHTO 1993.*

Adicionalmente, se debe mencionar que se evidenció en el informe LM-PI-AT-121-2017, que los diseñadores en muchos de los diseños evaluados decidieron omitir el análisis por tramos homogéneos, por lo que solo se realizaba un diseño de mezcla para las bases estabilizadas o mejoradas a pesar de las diferentes condiciones que se presentaron en esos proyectos.

Según la condición anteriormente descrita en cuanto a los lineamientos de diseño, es criterio del equipo auditor que existen muchos vacíos entre las especificaciones establecidas para el diseño de bases estabilizadas y bases mejoradas con cemento en relación con la metodología de diseño, diseño por tramos homogéneos y ensayos de caracterización de materiales. Además, se considera que no existe un adecuado vínculo entre las disposiciones del ítem M403(1)A, Diseño de Rehabilitaciones y Sobre Capas Asfálticas, el ítem M-30(A), Reacondicionamiento de calzada, que permita la concordancia entre el proceso constructivo y el diseño de materiales al ser estas dos actividades complementarias en la realización de actividades de rehabilitación.

En relación con normativa en la cual se indiquen los aspectos mínimos que debe contemplar un diseño de base estabilizada se debe mencionar que la actualización de la Sección 302 Base granular estabilizada con cemento del CR 2010 establece los parámetros mínimos a considerar en el diseño de bases estabilizadas en el apartado 302.03 Diseño de mezcla (equivalente a BE-25).

En esta sección se menciona que el Contratista deberá entregar a la Administración el diseño de mezcla de la base estabilizada un mes antes del inicio de la producción. En este diseño se deberán indicar para cada diseño de mezcla la fórmula de trabajo donde se indique: la fuente de material a utilizar, resultados de los ensayos aplicables (granulometría, límites de Atterberg, contenido de cemento, proporción del agregado virgen de adición -si el diseño lo requiere-



entre otros), porcentaje óptimo de cemento. Si la base estabilizada es reciclada, deberá indicar si es necesario la incorporación de agregado virgen y fuente de donde se extraerá, así como la dosificación de cada material.

Además, en la sección se indica la metodología de diseño a desarrollar para estimar el contenido de cemento requerido para obtener la resistencia a la compresión de diseño (3 MPa a los 7 días).

Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado por la Administración. Si se produjera un cambio en la fuente de agregados se deberá presentar un nuevo diseño de la base estabilizada y los nuevos materiales para su verificación.

Los aspectos anteriormente señalados en la 302.03 Diseño de mezcla de base granular estabilizada con cemento del CR 2010 son considerados por el equipo auditor como aspectos mínimos que debe contener el diseño de pavimentos y materiales de las actividades de rehabilitación de nuestra red vial. Por lo tanto, se recomienda a la Administración la generación de lineamientos de los ítems M403(1)A y M-30(A) en relación con la adopción de este tipo de normativa para el diseño de rehabilitaciones de manera que se homologue la capacidad estructural de los pavimentos construidos en rehabilitaciones de pavimentos, se optimicen los procesos constructivos y se mejore la calidad de los diseños, en consecuencia se vea reflejado el desempeño esperado de los pavimentos de la red vial nacional.

### **HALLAZGO 3: SE HAN OBSERVADO OPORTUNIDADES DE MEJORA EN PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS Y DE CONTROL DE CALIDAD EN LA COLOCACIÓN DE BASES ESTABILIZADAS O MEJORADAS**

En la construcción de bases estabilizadas se han observado algunas prácticas constructivas y de control de calidad que pueden ser mejoradas con el fin de minimizar el riesgo de afectación en la durabilidad de las obras y que se desempeñen tal como fue considerado en el diseño de la estructura del pavimento. Algunas de estas prácticas han sido advertidas a la Administración por medio de notas informe, con el fin de que se tomen las medidas correctivas y preventivas que crea oportunas y que estas experiencias sean utilizadas en todo el país con el fin de unificar un criterio técnico en todas las zonas de conservación vial y minimizar la ocurrencia de problemas de desempeño.

#### **a) Sobre la pérdida de cemento**

La manera de dosificar la cantidad de cemento en el proceso de estabilización de una base puede realizarse de varias formas. Algunas de estas maneras pueden ser con maquinaria especializada, en la que la dosificación podría controlarse con mayor precisión ya sea vía seca o vía húmeda, en donde el control automatizado de humedad también juega un papel importante. Sin embargo, existe una manera muy utilizada en nuestro país, aceptada

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 30 de 71
---------------------	--	-----------------



técnicamente, que consiste sencillamente en colocar los sacos de cemento espaciados de forma controlada para garantizar una dosificación adecuada de acuerdo a lo que solicita el diseño.

No obstante, una de estas prácticas comúnmente observadas ha sido la de lanzar los sacos de cemento sobre la superficie por estabilizar o mejorar. Al caer los sacos, lanzados con fuerza contra el suelo o la base, estos se rompen producto del impacto y forman una nube de cemento que, con efecto del viento, tiende a perderse fuera del área por intervenir, afectando en una menor dosificación en el material granular, además de provocar mayor contaminación en el ambiente y afectar la salud de los mismos operarios.

De acuerdo con esto, es importante asegurar que la cantidad de cemento colocada en la superficie sea suficiente para cumplir los requerimientos especificados a partir del diseño de mezcla realizado, con lo que es necesario minimizar cualquier pérdida de cemento que se pueda presentar en el proceso constructivo. Por lo que debe considerarse en la colocación de sacos sobre la superficie que, al romperlos, no se disperse en el aire una cantidad importante de cemento que se vaya a perder en la dosificación al material por estabilizar. En otras palabras, es recomendable minimizar la pérdida de cemento con prácticas constructivas convenientes, que promuevan una constancia en la dosificación del material, y en consecuencia, minimizar la variabilidad en las resistencias obtenidas a lo largo de todo el tramo intervenido, controlando resistencias mínimas y máximas recomendadas.

Con respecto a este tema, el LanammeUCR ha informado a la Administración sobre la existencia de estos inconvenientes en la colocación de cemento tanto para estabilización o mejoramiento de bases para pavimentos con capas de ruedo, como para materiales granulares en rutas de lastre. Ejemplo de esto es el caso de la nota informe LM-PI-051-18 sobre las obras de rehabilitación de la ruta Nacional 17 en la localidad de Puntarenas, donde se informó a la Administración sobre algunas malas prácticas aplicadas, incluyendo una colocación de cemento de forma riesgosa por la pérdida de cemento que se evidenciaba con el lanzamiento de sacos (ver Figura 7). Como ejemplo adicional, se menciona esta práctica de lanzamiento de sacos con cemento en el Informe de Auditoría Técnica LM-PI-AT-115-18, referente a un mejoramiento del material granular de la ruta nacional 163, entre la localidad de Dominicana y el Límite Provincial Puntarenas/Guanacaste en el Río Juan de León.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 31 de 71
---------------------	--	-----------------



**Figura 7.** Ejemplo de frente de obra donde se aplica el lanzamiento de sacos de cemento sobre la superficie que sería estabilizada. Ubicación: Ruta Nacional 17, sección de control 60622 (Chacarita [plantel MOPT] – El Cocal [escuela]), km 7+630 desde el cruce con la Ruta Nacional 23. Fecha: 13 de junio de 2018. Fuente: LM-PI-051-2018. Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

De acuerdo con lo indicado, es que en el presente informe se recalca la necesidad de implementar prácticas de colocación de cemento donde se minimice su pérdida y no se afecte la cantidad necesaria en la mezcla con el material por estabilizar o mejorar y minimizar la afectación ambiental la zona de trabajo.

### **b) Sobre las juntas de construcción**

Otra de las prácticas comúnmente observadas en algunos proyectos de rehabilitación o mejoramiento a cargo de la Gerencia de Conservación Vial, es que normalmente se interviene un carril a la vez, con el objetivo de no afectar completamente el flujo vehicular en ambos sentidos, tal como lo solicita el Cartel de Licitación. De acuerdo con esto, es usual observar la intervención de un carril en un sentido en longitudes considerables y posteriormente es intervenido el carril adyacente.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 32 de 71
---------------------	--	-----------------





Se ha observado que, en algunos proyectos o frentes de obra, el proceso de recuperación y mezclado con cemento en el segundo carril intervenido al lado, se realiza utilizando la recuperadora apenas tocando el carril ya estabilizado días antes, con lo que muchas veces no se asegura una estabilización eficiente en la junta entre un carril y el otro, dejando zonas vulnerables a deterioros a corto plazo, consecuencia de una condición de parte del material sin cemento entre ambos carriles. Es por esta razón que algunas veces se observan deterioros en el centro de la vía, los cuales son evidenciados por pérdida de material en la superficie, formándose depresiones que se van haciendo cada vez más grandes con el tiempo y que permanecen expuestas a la intemperie y al tránsito, lo que acelera la formación de huecos.

De acuerdo con esto, es importante realizar un traslape con la recuperadora del volumen del carril que se estabiliza o mejora, con el carril ya intervenido, asegurando eliminar sitios sin una mezcla efectiva del material granular con cemento, y realizando una junta eficiente entre carriles construidos, y así evitando que estos sitios vulnerables a erosión, desprendimientos y pérdida de material, se deterioren antes de colocar la capa de ruedo.

Este aspecto ha sido explicado a los inspectores encargados en diversos proyectos de rehabilitación visitados por el equipo auditor, con el fin de que se conozca su importancia. Por otra parte, ha sido comunicado a la Administración por medio de notas informe, por ejemplo, en el caso de la ruta nacional 702 de San Ramón hacia Ángeles Norte, donde se observaron ciertos deterioros puntuales producto de que no se estaba asegurando este conveniente traslape. La nota informe corresponde a la LM-PI-089-2018, donde se advierte sobre la importancia de garantizar juntas longitudinales efectivas para evitar tales deterioros (ver Figura 8).



**Figura 8.** Ejemplo de rehabilitación con deterioro en la junta longitudinal entre dos paños estabilizados con cemento. Ruta Nacional 702, San Ramón – Ángeles Norte. Estacionamiento: 7+500. Fecha: 18 oct 2018. Fuente: Nota informe LM-PI 089-2018. Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR



Otro caso observado, donde se evidencia un leve deterioro en la junta longitudinal fue en el proyecto de mejoramiento con cemento entre la localidad de Cóbano y Tambor en la ruta nacional 160 (ver Figura 9). A pesar de que el deterioro no se observó en todo el tramo, se denotan sitios donde pudo no haber sido eficiente la mezcla de materiales en la junta.



**Figura 9.** Deterioro leve en la junta longitudinal entre dos paños mejorados con cemento. Ruta Nacional 160, Tambor - Cóbano. Sección de Control 60813, Estacionamiento: 3+400 desde Tambor. Fecha: 31 ene 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Debe indicarse que, aunque se han observado estas oportunidades de mejora en cuanto deficiencias en las juntas longitudinales entre paños de bases estabilizadas o mejoradas, también se han encontrado frentes de obra donde este aspecto es claramente controlado, lo que es evidente en el acabado logrado, aún días después de que fueron estabilizados ambos paños. Ejemplo de esto es el caso encontrado en la Ruta Nacional 2 entre el cruce del Empalme y Cruce de La Sierra (ver Figura 10).

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 34 de 71
---------------------	--	-----------------



**Figura 10.** Ejemplo de rehabilitación donde se garantiza una junta efectiva entre paños estabilizados. Ruta Nacional 2, tramo entre cruce de La Sierra y cruce del Empalme. Estacionamiento: 3+500 y 1+800 respectivamente del cruce de La Sierra (R.222). Fecha: 30 abr 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Por medio del presente informe, se hace de conocimiento a la Administración con el fin de que se contabilicen las experiencias encontradas y se unifiquen en todo el país, criterios de buenas prácticas de colocación de bases estabilizadas o mejoradas como lo es la construcción de juntas efectivas entre paños colocados.

### **c) Sobre la exposición de la capa de base estabilizada o mejorada colocada.**

Se ha observado que muchas veces las capas de bases mejoradas o estabilizadas con cemento, una vez compactadas, quedan expuestas a la intemperie y algunas veces al tránsito en etapa prematura, provocando deterioros en la superficie y en consecuencia en la regularidad superficial. Estas irregularidades se van deteriorando de forma acelerada generando pérdida de material, posteriormente facilitan formación de huecos, provocando progresivamente deterioros de mayor severidad.

Algunas veces estos deterioros son tapados hasta que la capa asfáltica es colocada por medio de una pavimentadora. Sin embargo, esta práctica posiblemente provocará irregularidades en la compactación de la capa, además de que podría afectar considerablemente la regularidad superficial de la capa de ruedo final.

Otras veces, estos huecos son reparados por medio de bacheos informales que consisten en el relleno de los mismos con un acomodo y apisonado de la mezcla asfáltica utilizada, sin ningún control de compactación. Posteriormente, se coloca la capa de rodamiento final.

Como puede verse, debe considerarse bajo todo punto de vista, que el deterioro de la base colocada, puede generar problemas que pueden ser muy difíciles de reparar de forma eficiente, por lo que debe tenerse un cuidado especial para no someter la base colocada y terminada a condiciones desfavorables que vayan a causar defectos de consideración.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 35 de 71
---------------------	--	-----------------



En este sentido, el proceso constructivo debe garantizar procesos de cura (aseguramiento de la humedad para una reacción continua con el cemento para fomentar la ganancia de resistencia durante al menos 7 días y que se asegure la resistencia esperada, en caso de bases estabilizadas) y de protección muy estrictos, de manera que se logre programar la colocación de la capa final de ruedo sin que se presenten afectaciones indeseables en la base construida. Para esto, también es importante asegurar que la época de construcción de una base sea apta como para que no se afecte por condiciones de lluvias intensas continuas. Como ejemplo, en el informe de Auditoría Técnica LM-PI-AT-88-2018 se han expuesto casos donde se ha insistido a la Administración sobre los deterioros por la exposición excesiva de bases estabilizadas o mejoradas a la intemperie y al tránsito. Como caso adicional, en la nota informe LM-PI-089-2018 se informa a la Administración sobre deterioros por exposición de la base, específicamente para la ruta nacional 702 (ver Figura 11).



**Figura 11.** Ejemplo de deterioro en paño estabilizado en sentido San Ramón – Ángeles Norte. Ruta Nacional 702. Estacionamiento: 7+300. Fecha: 18 oct 2018. Fuente: Nota informe LM-PI-089-2018, Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

De acuerdo con esto, es importante que luego de un curado efectivo de la base donde se asegure una resistencia requerida, se aplique una capa de protección inmediata que evite deterioros indeseables en la superficie de la base, mientras se coloca la capa de ruedo, siendo que este periodo de espera deba ser lo menos posible.

Como caso particular, se encontró en la ruta nacional 160, entre Tambor y Cóbano, que se colocaba una capa de “traba” sobre la base ya mejorada con cemento, antes de la colocación de la capa final de ruedo con mezcla asfáltica. Cabe destacar que una superficie bien acabada, bien compactada, con niveles medidos adecuadamente con topografía, y con una superficie adecuadamente protegida con una capa de imprimación y material de secado, no debería tener problemas de deformaciones ni de desprendimientos. Sin embargo, el espesor delgado de mezcla asfáltica que se estaba colocando como “traba”, presentaba desplazamientos

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 36 de 71
---------------------	--	-----------------



evidentes con solo que pasara por encima el cargador. El material se podría desplazar con solo pasar el pie por encima.

Lo observado correspondía a posibles deterioros ocurridos en la superficie desde el momento que se compactó hasta el día que se estaba colocando la capa de ruede. Estos deterioros posiblemente similares a los observados en el carril en sentido opuesto que se muestran en las siguientes fotografías.



**Figura 12.** Deterioro superficial en paños mejorados con cemento. Ruta Nacional 160, Tambor - Cóbano. Sección de Control 60813, Estacionamiento: 3+900 desde Tambor. Fecha: 31 ene 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Se pudo evidenciar en sitio que el material asfáltico de “traba” fue colocado sobre sitios donde existía material granular suelto, donde el riego de liga no era efectivo y consecuentemente el material asfáltico se desplazaba en conjunto con el material suelto de la superficie de la base, tal como se observa en la siguiente figura.



**Figura 13.** Material suelto bajo la capa de “traba” con mezcla asfáltica en paños mejorados con cemento. Ruta Nacional 160, Tambor - Cóbano. Sección de Control 60813, Estacionamiento: 3+900 desde Tambor. Fecha: 31 ene 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



Posteriormente, luego de que el equipo auditor mostró al inspector de obra esta condición, el material granular suelto en conjunto con el riego de liga y la mezcla asfáltica de “traba” fue removido en estos puntos observados para luego aplicar de nuevo un riego de liga, antes de la colocación de la capa de ruedo.



**Figura 14.** Reparación en zonas de material suelto observadas en paños mejorados con cemento. Ruta Nacional 160, Tambor - Cóbano. Sección de Control 60813, Estacionamiento: 3+900 desde Tambor. Fecha: 31 ene 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

Tal como se evidenció, desperfectos en la superficie, producto de exposición excesiva de la base ante el tránsito y la intemperie, pueden provocar deficiencias que si no son adecuadamente atendidas, afectarían la durabilidad de las obras, al menos en puntos específicos.

Otro caso particular se encontró el día 18 de junio de 2019 en la ruta nacional 4, en el tramo entre San José de Upala y Birmania (sección de control 21024), donde se observaron deterioros en la superficie de un tramo de una base estabilizada, sobre la cual ya tenía una capa de imprimación con material de secado, sin embargo, las irregularidades existentes eran evidentes. Esto fue informado por medio del oficio LM-PI-D-477-19, el día 28 de junio de 2019, a la ingeniería de proyecto con el fin de que se tomarán las medidas correctivas necesarias antes de colocar la capa de ruedo asfáltica.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 38 de 71
---------------------	--	-----------------



**Figura 15.** Base estabilizada con cemento con algunos ejemplos de deterioros encontrados. Ruta Nacional 4, San José Upala - Birmania. Sección de Control 21024, Estacionamientos: 169+550 y 165+660 respectivamente. Fecha: 18 de junio 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

Se recalca la importancia de que una base mejorada o estabilizada debe ser protegida de forma pronta, dependiendo si se debe curar o no (estabilizada o mejorada), evitando deterioros en la superficie que puedan provocar riesgos de un desempeño deficiente.

#### **d) Sobre el barrido del material de secado sobrante**

En reiteradas ocasiones se ha mencionado en informes de auditoría técnica, la importancia del barrido del material de secado sobrante luego de las imprimaciones de protección de las superficies de base tratada (estabilizada o mejorada).

Existen condiciones de inseguridad que propicia este material suelto para la estabilidad vehicular, debido a que facilita el derrape y dificulta el frenado. Por otra parte, además de la inestabilidad en el tránsito, en condiciones secas se generan nubes de polvo que dificultan la visibilidad, además de que la tracción podría hacer que se levanten partículas y sean lanzadas hacia atrás, siendo proyectiles tanto para vehículos como para peatones. Como consideración adicional, se debe recordar que la zona estaría en un sitio con control temporal de obra (señalización temporal de obra), debido a ser un frente de obra activo, donde las condiciones se deben mantener estrictamente seguras, tomando en cuenta que existen trabajadores en la vía y que las condiciones de tránsito se restringen a menores espacios y a maniobras repentinas en distancias cortas. En este sentido, se debe velar por una superficie segura de tránsito en conjunto con la señalización requerida efectiva, minimizando la ocurrencia de situaciones de peligro.

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,

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 39 de 71
---------------------	--	-----------------



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 de la base construida.

Posteriormente, también este material 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, es importante garantizar el barrido del material sobrante de secado, 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.

Como antecedente se debe indicar que en el año 2018 se incluyó un hallazgo correspondiente a este tema, específicamente en el Informe de Auditoría LM-PI-AT-88-2018, donde se expone ampliamente a la Administración sobre casos en los que no se aplica esta buena práctica.

Por otra parte, en visita realizada al proyecto de rehabilitación de la ruta 2, entre el cruce de la Sierra y el Empalme, se encontró que a pesar de que la base observa en buenas condiciones de construcción, el material de secado permanece en la vía por periodos indefinidos, siendo un peligro inminente de derrape de vehículos en una vía tan importante y cuya geometría incrementa la incidencia de accidentes relacionados con la superficie vulnerable a derrape (ver Figura 16).



**Figura 16.** Material de secado se conserva en la vía hasta la colocación de la capa asfáltica. Ruta Nacional 2, tramo entre cruce de La Sierra y cruce del Empalme. Estacionamiento: 3+200 del cruce de La Sierra (R.222). Fecha: 30 abr 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR





Se debe indicar que esa zona específica, cuenta con condiciones de lluvia intermitente, situación que puede provocar que el agua se vaya acumulando en las orillas, principalmente si la intensidad de la lluvia es fuerte y para condiciones de pendientes longitudinales importantes. De acuerdo con esto, es importante evitar obstrucción de la salida del agua hacia los drenajes y que el agua no arrastre este material suelto hacia los drenajes.

Caso similar se observó en el proyecto de mejoramiento con cemento de la ruta nacional 160, entre Tambor y Cóbano, donde se evidencio acumulación de material de secado en la orilla, producto del desplazamiento por parte del tránsito (ver Figura 17).



**Figura 17.** Material de secado no es barrido, crea superficie deslizante y se acumula en las orillas. Ruta Nacional 160, Tambor - Cóbano. Sección de Control 60813, Estacionamiento: 1+720 desde Tambor. Fecha: 31 ene 2019. Fuente: Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR

#### **e) Sobre el aseguramiento del buen funcionamiento del sistema de drenaje ante la ejecución de una rehabilitación**

Como actividad complementaria a la estabilización de una base, el Cartel de Licitación es claro en que antes de ejecutar una rehabilitación se debe asegurar que el sistema de drenaje funcione eficientemente con el fin de que la estructura de pavimento no sea afectada en su desempeño y que además el agua pluvial se canalice adecuadamente fuera del pavimento.

Se han observado casos en los que se ha trabajado en la construcción de bases estabilizadas o mejoradas pero la condición lateral de los drenajes se encuentra en mal estado. En este sentido se ha advertido a la Administración de la existencia de estas condiciones en algunos proyectos, a partir de lo cual se han tomado acciones de prevención antes de que se ponga en riesgo lo colocado en la estructura de pavimento.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 41 de 71
---------------------	--	-----------------



Como antecedente de este tema, se menciona el informe LM-PI-AT-88-2018 donde se incluyó la observación sobre la rehabilitación de la Ruta 751 entre Los Chiles de San Carlos y Vuelta Kooper (ver Figura 18).



**Figura 18.** Ejemplo de condición de riesgo de las obras de rehabilitación por mala condición del drenaje. Ruta 751, Sección de control 20994, Los Chiles – Vuelta Kooper. Km 0+320. Fecha 31 de mayo 2018. Fuente: Informe LM-PI-AT-88-2018. Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

De acuerdo con esto, se ha recalcado la necesidad de que diferentes contratos de una misma zona, (uno que atiende la rehabilitación y otro que atiende el mejoramiento del sistema de drenaje), se deban coordinar estrechamente para lograr que los recursos invertidos en una obra no vayan a ser arriesgados por la falta de obras que son atendidas por otro contrato, cuya circunstancia se dificulta muchas veces cuando ambos contratos son adjudicados a diferentes empresas contratistas.

En visita realizada el 30 de abril de 2019, se observaron actividades de rehabilitación en la Ruta Nacional No.2, entre el cruce de La Sierra (R.222) y el cruce del Empalme (R.226). Sin embargo, se observaron trabajos inconclusos en pasos de alcantarilla, donde se encontró que se habían colocado tubos transversales a la vía, pero las obras laterales no se habían construido, dejando en riesgo de que exista un movimiento lateral que haga que los tubos pierdan su alineamiento y sus acoples entre sí. Llamó la atención del equipo auditor, que a pesar de que las obras de rehabilitación de la ruta ya se acercaban a este estacionamiento, las obras de mejoramiento de drenaje parecían estar detenidas. De acuerdo con esto, se informó inmediatamente a la ingeniería de proyecto y además se envió la nota informe LM-IC-D-0311-19 donde se advertía de esta condición, con el fin de que se atiendan de forma oportuna obras que deben quedar listas antes de ejecutar la rehabilitación.



**Figura 19.** Pérdida de superficie de ruede por inestabilidad lateral de material de relleno de tubería construida. Ubicación: Ruta Nacional 2, 6+800 del cruce de La Sierra (km 52+550). Sección de control 10042, La Sierra (R.222) – El Empalme (R.226). Fecha: 30 de abril de 2019. Fuente: Nota informe LM-IC-D-0311-19. Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.



**Figura 20.** Condición lateral de la tubería colocada. Ubicación: Ruta Nacional 2, 6+800 del cruce de La Sierra (km 52+550). Sección de control 10042, La Sierra (R.222) – El Empalme (R.226). Fecha: 30 de abril de 2019. Fuente: Nota informe LM-IC-D-0311-19. Unidad de Auditoría Técnica, LanammeUCR.

A pesar de que no existió respuesta escrita de la nota informe enviada, la ingeniería de proyecto informó a esta Unidad de Auditoría Técnica vía telefónica que se atenderían estas obras inconclusas para evitar inconvenientes en la rehabilitación.



#### f) Sobre el aseguramiento de espesor

Es importante definir claramente la profundidad de la recuperación de acuerdo con las condiciones que prevalecen en la ruta. En este sentido, se deben realizar suficientes sondeos para verificar los estratos de materiales existentes en cuanto a su calidad y espesor, además de la importancia de verificar la existencia de elementos que no permitan realizar el proceso a cierta profundidad, tales como tuberías, pozos o estratos rocosos que dificulten la labor de recuperación.

Por otra parte, el control topográfico es indispensable para controlar los espesores requeridos y además brindar la geometría necesaria a la vía. De acuerdo con esto, se vuelve necesario el uso de topografía para garantizar los volúmenes colocados y compactados, además de asegurar las pendientes indispensables para control de evacuación del agua superficial y aportar peraltes para dar a los usuarios estabilidad vehicular en curvas. En cuanto a este tema, el cartel de licitación es claro que el uso de topografía es obligatorio, específicamente para el ítem de Reacondicionamiento de calzada, donde se menciona que debe existir un levantamiento topográfico cada 20m para condiciones geométricas normales y cada 10 m para condiciones especiales como curvas pronunciadas, peraltes, y otros.

Por último, no se debe dejar de lado que el cumplimiento de los espesores de las capas que componen la estructura del pavimento, indicados en los diseños estructurales correspondientes, asegurarán un comportamiento esperado del pavimento en su vida útil, tal y como fue supuesto en los diseños realizados y aprobados.

En proyectos visitados por el equipo auditor, se han encontrado controles adecuados de topografía que garantizan en la mayoría de los casos, las condiciones adecuadas. Sin embargo, se han encontrado proyectos en los que la existencia de tuberías a poca profundidad o la presencia de estratos rocosos, han afectado el proceso constructivo y en consecuencia afectan el cumplimiento de la indicación requerida de los diseños realizados.

La suficiencia de sondeos realizados para verificar las condiciones de los materiales existentes, para realizar un diseño de una base estabilizada acorde con el diseño estructural del pavimento, debe garantizar su construcción en el sitio de obras, generando información básica de lo existente y la factibilidad de respetar los espesores de la estructura necesarios.

Como un ejemplo de este caso se puede mencionar la estabilización de la base en la localidad de Puntarenas, donde en una de las visitas realizadas, se encontraron las labores de recuperación paralizadas por la presencia de tubería dentro del espesor que se había previsto estabilizar. Tal condición fue informada a la Administración mediante nota informe LM-PI-050-2018, donde se incluyeron algunos aspectos adicionales de importancia para ser considerados como mejoras del proceso constructivo.

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 44 de 71
---------------------	--	-----------------



**Figura 21.** Caso sobre espesor recuperado 26 cm menor al requerido por presencia de tubería. Ubicación: Ruta Nacional 17, sección de control 60622 (Chacarita [plantel MOPT] – El Cocal [escuela]), km 7+540 desde el cruce con la Ruta Nacional 23. Fecha: 13 de junio de 2018. Fuente: Nota informe LM-PI-050-2018, LanammeUCR.

De forma general, respecto a todas estas prácticas constructivas mencionadas, la Unidad de Auditoría Técnica en cada visita realizada busca un primer acercamiento con los inspectores de campo encargados, brindando explicaciones técnicas en el sitio de obra, con el fin de que se comprenda la importancia de realizar mejoras en aspectos específicos de los procesos constructivos y que estas observaciones sean valoradas en conjunto con las ingenierías de proyecto para que se tomen acciones que contribuyan a mejoras en las obras finales. Posteriormente, estas observaciones son enviadas de forma escrita a la Administración por medio de notas informes e informes técnicos, de manera que sean un insumo para la toma de decisiones respectivas y que, además, sean consideradas para obras futuras.



## 11. CONCLUSIONES

- Se encontraron incongruencias en la frecuencia de chequeos de compactación de bases estabilizadas en sitio, donde la cantidad de chequeos no es proporcional a la cantidad colocada mensualmente. De igual forma, se ha encontrado insuficiencia de ensayos de densidad máxima del material estabilizado, siendo estos resultados necesarios para la determinación de la densidad en sitio, principalmente si existe variabilidad del material estabilizado a lo largo de la vía. Sin embargo, se ha evidenciado que para diferentes zonas la frecuencia de muestreos o de chequeos se gestiona diferente siendo que la frecuencia de ensayos no es igual en todas las zonas.
- Además, se han detectado ensayos de chequeos de compactación que son ejecutados días después al proceso de compactación, siendo un requisito básico el control de densificación de bases estabilizadas antes de iniciar el proceso de cura para la ganancia de resistencia del material.
- Se han presentado casos en que el control granulométrico no es aplicado constantemente, a pesar de que el proceso de recuperación podría arrojar diferencias importantes en la homogeneidad del material existente a lo largo de la vía o porque la maquinaria no triture eficientemente el material por desperfectos no detectados. Se debe recalcar de nuevo que el control y la frecuencia de ensayos, en este caso de granulometría, no se aplica de forma igual para las diferentes zonas del país.
- Se ha observado que muchas veces la cantidad de sondeos no es suficiente para una caracterización completa de los materiales existentes a lo largo de toda la vía que se rehabilita. Esto genera problemas de variabilidad en las resistencias obtenidas en la totalidad de la obra, donde se podrían elevar o bajar resistencias de acuerdo a lo requerido.
- Existe ausencia de lineamientos para realizar diseños en los que se puedan definir tramos homogéneos para diferentes vías a rehabilitar, en los que, por la variabilidad de las condiciones existentes, se deban presentar diferentes diseños apegados a estas condiciones. Algunas veces se presenta un solo diseño a pesar de que podría existir variabilidad en los materiales existentes en las estructuras de pavimento. Esto también podría provocar variabilidad en las resistencias obtenidas, siendo común obtener resultados insuficientes o excesivos de resistencia.
- Se han observado prácticas constructivas en las que se podría evitar la pérdida de cemento en el proceso de dosificación de bases estabilizadas y mejoradas. La práctica de lanzar los sacos de cemento y que se rompan con el impacto en el suelo promueve que se pierda cemento con el viento, fuera del área intervenida, creando además mayor contaminación en el ambiente, situación que se podría minimizar.
- Se han detectado juntas entre paños de bases estabilizados o mejorados con cemento en las que se observan deterioros tales como desprendimientos de material y depresiones en la superficie, producto de que no siempre se aseguran zonas eficientemente mezcladas entre paños construidos. Sin embargo, algunos proyectos sí



han considerado estos detalles constructivos con lo que se evidencia que no existe un criterio técnico unificado en todo el país.

- La exposición excesiva de bases estabilizadas o mejoradas sin capas de ruedo, ha sido una práctica observada comúnmente en el país. De acuerdo con esto, es reiterativo ver que las superficies van perdiendo el buen acabado que se logra luego de su compactación, siendo una desventaja para lograr resultados favorables en la colocación de la capa de ruedo final, además de que estas irregularidades podrían promover deficiencias de adherencia o de deformación. Condiciones de lluvia y de tránsito se combinan para deteriorar aceleradamente superficies que no están preparadas para estar expuestas a estos factores.
- La permanencia del material de secado sobrante encima de capas de protección a bases estabilizadas o mejoradas, ha sido recurrente, a pesar de que se ha advertido a la Administración sobre el peligro que eso genera en el tránsito por zonas de obra activa, tanto a usuarios de vehículos, peatones como a trabajadores de la zona. Por otra parte, se ha insistido en los inconvenientes que esto representa para el drenaje eficiente de la vía, necesario para un desempeño satisfactorio del pavimento.
- Se han observado obras de mejoramiento de drenaje inconclusas en las que se pone en riesgo las obras ya iniciadas de mejoramiento de la calzada y además someten a peligro el tránsito seguro de usuarios. Obras de mejoramiento de drenajes iniciadas, deben ser concluidas sin interrupciones de manera que se mantenga lo ejecutado en buen estado. Ejemplo de esto, es la colocación de tubos de una alcantarilla transversal, actividad que quedó inconclusa por algún tiempo, y se observaron desplazamientos del material lateral de la vía, promoviendo obstrucciones en la nueva tubería y deterioros importantes en los bordes de la vía. Por otra parte, a pesar de que ya se encuentra activa la actividad de rehabilitación, la existencia de estas obras inconclusas de mejoramiento de drenajes, ponen en riesgo la ejecución ininterrumpida del tramo.
- Se ha observado que la utilización de topografía ha sido constante en las labores de rehabilitación, permitiendo realizar controles más estrictos de espesores estabilizados o mejorados y en la construcción de condiciones geométricas como bombeos o peraltes necesarios en la vía. Sin embargo, muchas veces estos espesores no es posible cumplirlos por la existencia de elementos no reconocidos en la etapa de diseño. Ejemplos de estos elementos han sido estratos rocosos o existencia de tuberías superficiales. De acuerdo con esto, es necesario que se realicen los sondeos necesarios con el fin de determinar las condiciones variables que podría tener un proyecto y formular diferentes intervenciones de acuerdo a tramos homogéneos.



## 12. RECOMENDACIONES

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones con el objetivo de que sean valorados para su implementación en el proceso constructivo y en el control y verificación de calidad en la colocación de bases estabilizadas con cemento.

### A la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

- Se recomienda velar por el aseguramiento de la calidad por medio de la cantidad de ensayos suficientes en las obras de rehabilitación de acuerdo a la normativa vigente y a los planes mínimos de control aprobados, así como se realiza para otras actividades de conservación como la colocación de mezcla asfáltica.
- Se debe asegurar un control estricto de la compactación en sitio de forma oportuna, con el fin de garantizar condiciones de compactación óptimas para que el material inicie la ganancia de resistencia en el proceso de reacción del cemento con el agua requerida.
- En el proceso de recuperación se debe ser muy riguroso en el sentido de que la trituración permita obtener granulometrías aceptables para realizar la mezcla con cemento. Esta revisión granulométrica debe ser constante, permitiendo conocer si existen variaciones a lo largo del proyecto que se pueden presentar por cambios en el material o por desperfectos de la maquinaria.
- Se recomienda la generación de lineamientos para el diseño de rehabilitaciones de manera que se optimicen los procesos constructivos y se mejore la calidad de los diseños y su cantidad en caso de ser necesario la definición de tramos homogéneos por variabilidad de condiciones existentes, garantizando así el desempeño esperado de los pavimentos de la red vial nacional.
- Se deben implementar prácticas constructivas que minimicen la pérdida de cemento en el proceso de dosificación, con el fin de que se obtenga una mezcla homogénea y con la resistencia requerida de acuerdo al diseño.
- Se deben asegurar juntas de construcción eficientes en la ejecución de rehabilitaciones con estabilización o mejoramiento de las bases granulares con el propósito de que no queden zonas debilitadas y se garantice una mezcla eficiente de material granular con cemento y se presente una unión satisfactoria entre paños construidos en diferentes días. Para el caso de juntas longitudinales, es importante realizar un traslape del carril intervenido con el paño contiguo ya terminado para asegurar que no quedan sitios sin una mezcla homogénea con cemento. Para el caso de juntas transversales se debe cumplir el mismo principio iniciando el proceso en parte de un paño ya estabilizado.
- Se recomienda velar por una exposición mínima de los tramos estabilizados o mejorados con el fin de que una vez que se finalice un proceso de cura suficiente, no se exponga la capa terminada a cargas de tránsito y condiciones de intemperie excesivas para lo que no ha sido diseñada y en consecuencia podría deteriorarse rápidamente.





- Se recomienda implementar como una buena práctica constructiva, el barrido de la superficie con material de secado sobrante en el proceso de colocación de la capa protectora de las bases estabilizadas o mejoradas con cemento. De esta forma evitar que la superficie se mantenga como un peligro de deslizamiento de vehículos y que además permita el flujo de agua pluvial hacia los sistemas de drenaje. Esto también evitaría que el material se desplace hacia los sistemas de drenaje obstruyéndolos obligando a labores de limpieza del sistema que algunas veces se deja para ser atendido por otros contratos. Por otra parte, el material de secado muchas veces se acumula en montículos al borde de la vía provocando almacenamiento de agua que posteriormente satura el material de base y en conjunto con las cargas de tránsito, permitiría la formación de depresiones y desprendimiento de material.
- Es imperativo la programación oportuna de obras de diferentes contratos de conservación vial en los que se requieren obras terminadas para la realización de otras. Casos como la ejecución de obras necesarias de mejoramiento de drenajes deben ser básicas antes de intervenciones como rehabilitaciones, de manera que no sean obstáculos para que se puedan desarrollar sin interrupciones y evitar tener que realizar reparaciones posteriores, principalmente si los daños pueden llegar a ser graves como para poner en peligro el tránsito seguro sobre la vía. Por otra parte, obras de mejoramiento de drenaje que queden inconclusas durante tiempos prolongados, podrían promover deterioros importantes como movimientos de tubería o desprendimientos de los materiales de relleno que obligarían a reparaciones no previstas.
- Se debe velar por que las condiciones existentes de sitio permitan ejecutar las obras diseñadas. Para esto es necesario que se determine realizar el número de sondeos necesario de acuerdo a las posibles variaciones encontradas a lo largo del proyecto. Así permitir conocer a detalle lo que se encontraría en el proceso constructivo y así determinar tramos homogéneos donde fuese necesario variar espesores de las capas del pavimento por colocar de acuerdo a lo existente, como existencia de tuberías, pozos, cajas de registro, estratos rocosos, entre otros.



### 13. REFERENCIAS

LanammeUCR. Guía para Inspectores para la construcción de bases estabilizadas con cemento. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Consejo Nacional de Vialidad (2015). Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00 “MP Y R: Mantenimiento periódico y rehabilitación del pavimento de la red vial nacional pavimentada”. CONAVI, San José, Costa Rica.

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.

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



## 14. ANEXOS

De acuerdo con los procedimientos de esta auditoría técnica del LanammeUCR, este informe en su versión preliminar LM-AT-59B-19 fue remitido a la Administración y recibido el día 08 de agosto de 2019, mediante oficio LM-IC-D-0620-19 y recibido el 12 de agosto de 2019 por la Administración, para que fuese analizado por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes. 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.

A partir de la presentación, se otorgó plazo adicional a la Administración para referirse de forma escrita al informe, de tal forma que se fijó el día 10 de setiembre para recibir el documento de descargo. Por medio de correo electrónico se remite el descargo por medio del oficio GCSV-01-2019-4305 emitido por el Gerente Edgar Meléndez Cerda hasta el día 11 de setiembre de 2019.

Esta información enviada al equipo auditor, como descargo en cuatro oficios (DRC-44-2019-4307, DRPC-47-2019-0558, COFEC (1-5)-0203-2019 y COFEC (1-6)-0563-2018), fue analizada por el equipo auditor y considerada para realizar aclaraciones adicionales al informe en su versión final LM-AT-59-19, específicamente en esta sección de anexo, con el fin de que sea de mayor claridad, por lo que el contenido del informe en su versión preliminar no cambia su contenido original.

A continuación, se detalla el análisis del descargo realizado por la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes.

### ***A.1. Comentarios sobre oficio DRPC-47-2019-0558 con fecha 4 de setiembre emitido por el Director Regional Pacífico Central, Reinaldo Mata Carranza.***

El Ingeniero Regional Pacífico Central afirma que en la Ruta Nacional 17 “se mantuvo en constante supervisión del proyecto en cuestión”. Sin embargo, lo que se recalca en el informe es que se realizaron un exceso de cantidad de ensayos de compactación que no fueron distribuidos proporcionalmente según las cantidades colocadas por mes. Además, existieron escasas densidades máximas del material con lo que se basaron los ensayos de compactación del periodo analizado, lo que podría provocar poca precisión en los resultados obtenidos. Por otra parte, de la información analizada se encontraron ensayos de compactación realizados en días posteriores, situación que no tiene sentido si se requiere obtener un resultado de compactación en sitio inmediato para garantizar una condición apta para el inicio de un periodo de ganancia de resistencia de la base con el cemento.

Se informa además por parte del Ingeniero Regional, que se realizaron pruebas de calidad posteriores para verificar la calidad de la obra, específicamente en la base y en la capa asfáltica, debido al clima de inseguridad generado a partir de este informe borrador de auditoría técnica del LanammeUCR y por dudas generadas por la Auditoría Interna de Conavi, y de acuerdo a lo externado en el oficio, se logró comprobar los espesores, la capacidad de soporte de la base y los vacíos de la mezcla asfáltica, sin embargo a este descargo no se aportan tales

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 51 de 71
---------------------	--	-----------------



resultados. Sin embargo, es de recalcar que las prácticas constructivas y procesos de verificación de calidad evidenciados, deben ser mejorados con el fin de asegurar productos finales deseados y así evitar la generación de riesgos de pérdida de durabilidad de obras para ciertos periodos.

Positivamente el oficio, acoge las recomendaciones dadas en el informe para mejoras en futuros proyectos y futuros carteles, situación a la cual será motivo de seguimiento por parte de esta Auditoría Técnica.

De igual forma, se acoge por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes las recomendaciones externadas en cuanto a la importancia de aplicar lineamientos de diseño de bases estabilizadas y estructuras de pavimento y sobre las mejoras en las prácticas constructivas indicadas.

**A.2. Comentarios sobre oficio DRC-44-2019-4307 con fecha de 11 de setiembre: oficio de remisión de los oficios de los administradores viales correspondientes, COFEC-(1-5)-0203-2019 y COFEC-(1-6)-0563-2018. Es emitido por el Jefe de zona, Línea 2, Ing. Carlos Hernández Acosta.**

Mediante el oficio COFEC-(1-6)-0563-2018 del 3 de diciembre de 2018, se realiza la respuesta al ingeniero de proyecto sobre la nota enviada por LanammeUCR LM-PI-089-2018, el día 24 de octubre de 2018 (año pasado), cuya respuesta no fue enviada a esta Unidad de Auditoría Técnica en esa oportunidad. Este caso en particular se menciona en el informe LM-AT-059B-19 como un ejemplo de deterioros en la superficie, donde se recalca la importancia de realizar un traslape en la junta longitudinal, y que esto sea una práctica constructiva que sea aplicada en todo el país de forma que se asegure una homogeneización a lo largo de toda la sección transversal de las bases estabilizadas o mejoradas. Además, se recalca la necesidad de la protección necesaria para que no se presente afectación en la superficie acabada, por lluvia o por cargas antes de que se obtenga la resistencia requerida.

Mediante el oficio COFEC-(1-5)-0203-2019 del 9 de setiembre de 2019 se hace referencia al hallazgo 1, sobre el proceso de control de calidad. Para el equipo auditor, es clara la importancia de la Verificación de Calidad que contrata la Administración. Sin embargo, se debe entender que la ejecución de ensayos no puede presentarse de forma descontrolada, en el sentido de que es necesario para la Administración, definir número de ensayos necesarios para cada actividad desarrollada, proporcionalidad de los ensayos de acuerdo a las cantidades colocadas, y la realización de ensayos deben ser en el momento oportuno cuando se requiera, todo esto con el fin de que sea una herramienta efectiva para la Administración y además no se haga incurrir en gastos extra sin justificación. También, es claro que la ingeniería de proyecto puede solicitar ensayos adicionales, en donde la Administración tiene la potestad de hacerlo, por ejemplo, si requiere verificar asuntos específicos. Es criterio del equipo auditor,

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 52 de 71
---------------------	--	-----------------



que al ser una actividad contratada por la Administración, debe ser controlada y limitada a lo que la misma Administración requiera.

Adicionalmente, el oficio COFEC-(1-5)-0203-2019 menciona sobre una confusión sobre la ejecución de los informes de compactación, de acuerdo con el CR-2010. Se debe aclarar que el hallazgo no se refiere a aspectos sobre la oportunidad del informe, sino más bien a la oportunidad de la medición de compactación. Por otro lado, tampoco tiene sentido pensar un efecto de postcompactación por cargas de tránsito y que esto vaya a incrementar la densidad. Básicamente, el equipo auditor recalca la importancia de realizar las mediciones de compactación de la base estabilizada en el momento oportuno, precisamente porque este material debe quedar adecuadamente compactado antes de que empiece a ganar resistencia la base con el cemento. En este sentido, no tiene ninguna importancia obtener un porcentaje de densificación días después del proceso de compactación, puesto que se requiere asegurar esta condición justo después de densificar, ya una vez que inicia el proceso de ganancia de resistencia, no es adecuado compactar de nuevo este material ya que afectaría el proceso de cura, alterando los enlaces que se van formando en el material y que hacen que este gane resistencia. En este sentido, por este motivo es que se evita el paso de vehículos por el tramo en cura. De acuerdo con esto, pensar en postcompactación por efecto de tránsito, más bien es perjudicial para el material colocado.



**A.3. Oficios Emitidos como descargo por la Administración.**



**GERENCIA DE  
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES**

edgar.melendez@conavi.go.cr

Montes de Oca, 11 de setiembre de 2019  
GCSV-01-2019-4305

Señor  
Alejandro Navas Carro, M.Sc.  
Director  
LanammeUCR

REF: Oficio No. LM-AT-59B-2019

Estimado Señor:

En respuesta a oficio No. LM-AT-59B-2019, donde se expone Informe titulado "EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE LA LICITACIÓN PUBLICA NO. 2014LN-000018-0CV00", me permito manifestar lo siguiente:

Se le remiten Informes No. DRPC-47-2019-0558 de fecha 4 de setiembre del 2019, suscrito y avalado por el Ingeniero Reynaldo Mata, Director de la Región Pacifico Central y el Oficio DRC-44-2019-4307 de fecha 11 de setiembre del 2019, suscrito y avalado por el Ing. Carlos Hernández Acosta (se adjunta los anexos COFEC-(1-5)-0203-2019 y COFEC-(1-5)-0563-2018 el Ing. Esteban Sandoval Leitón, Administrador Vial de la Zona 1-5 y el Ing. Adalid Villanea Calvo Administrador Vial de la Zona 1-5).

Cordialmente,

Firmado  
digitalmente por  
**EDGAR MELENDEZ**  
CERDA (FIRMA)  
Fecha: 2019.09.11  
17:11:55 -0600

**Edgar Meléndez C.**  
Gerente  
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes  
CONAVI

EMC/maq

Cf. Sr. Mario Rodríguez Vargas, Director Ejecutivo – CONAVI  
Sr. Reynaldo Vargas Soto – Auditor Interno CONAVI  
Sra. Wendy Sequera Rojas – Unidad de Auditoría Técnica - LanammeUCR  
Archivo



Consejo Nacional de Vialidad. 100 metros Este de la Rotonda de Belania, Montes de Oca.  
Tel: (506) 2202-5469 Fax: (506) 2225-4254 Apartado Postal 616-2010 San José, Costa Rica  
[www.concesi.go.cr](http://www.concesi.go.cr)



Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 54 de 71
---------------------	--	-----------------



GERENCIA DE  
CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

[carlos.hernandez@conavi.go.cr](mailto:carlos.hernandez@conavi.go.cr)

11 de setiembre de 2019  
DRC-44-2019-4307  
Página 1 de 2

Señor  
Edgar Meléndez C.  
Gerente  
Gerencia de Conservación de Vías y Puentes

**REFERENCIA:** Atención al Informe de Auditoría Técnica LM-AT-059B-2019. Ruta No. 154 y 702 Y Ruta No. 702.

Estimado señor:

Para el debido control y seguimiento del Informe de Auditoría Técnica LM-AT-059B-2019. LanammeUCR, y con el aval correspondiente, se presenta el Oficio No. COFEC-(1-5)-0203-2019 y su anexo COFEC-(1-6)-563-2018, en donde se expone lo referente a la "Evaluación de las actividades de Rehabilitación de pavimentos en la Licitación Pública No. 2014LN-000018-0CV00", esto particularmente en las Rutas Nacionales No. 154 (R. 1-Grecia) y No. 702 (San Ramón-Los Ángeles).

Sin más por el momento, se suscribe,

Cordialmente,

Ing. Carlos Hernández Acosta.  
Jefe de Zona  
Ing. de Proyecto 2014LN-000018-0CV00, Línea 2  
Conservación de Vías y Puentes  
CONAVI



Cc  
Exp. No. 2014LN-000018-0CV00, Línea 2 Archivo /Copiador



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](http://www.conavi.go.cr)



Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 55 de 71
---------------------	--	-----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Alajuela, 3 de diciembre del 2018.

COFEC-(1-6)-0563-2018.

Señor  
Ing. Jason Pérez Anchía.  
Ingeniero de Proyecto LP-18.  
CONAVI

Asunto de referencia	Atención informe de Lanamme LM-PI-089-2018 sobre juntas la construcción de juntas en a base estabilizada en la ruta 702. LICITACIÓN PÚBLICA No. 2014LN-000018-0CV00.
----------------------	--

Estimado Señor:

El informe recibido indica deterioro en la junta entre carriles de la base estabilizada construida entre las estaciones 6+500 a la 7+500 en el carril derecho.

En ese tramo de la vía según nuestros registros el carril izquierdo fue estabilizado entre el 15 y 16 de octubre y el carril derecho el 7 y 8 de octubre, y la auditoría fue realizada el 18 de octubre del 2018, lo que indica que el sector cuestionado tenía entre 6 y 7 días de estar expuesto al tránsito y a las lluvias que se presentaron durante esos días que afectaron el avance de la obra y manteniendo húmeda la superficie de ruedo de la vía lo que afectó el acabado superficial de la base estabilizada en ese tramo.

Sobre lo indicado en el informe del traslape en el centro de la vía de los carriles estabilizados se tiene que el equipo utilizado para estabilizar el material tiene un ancho de operación de 2,4 metros y los carriles de la vía tienen un ancho entre 3,15 y 3,30 metros lo que obliga al contratista a tener que hacer dos pasadas con la estabilizadora para abarcar el ancho del carril sobrepasando el centro en el primer carril tratado y tocando con una pasada el borde del carril previamente estabilizado lo que deja una junta entre carriles tratada con cemento como se observa en las fotos siguientes.



Foto No.1 Primer carril estabilizado con traslape.



Foto No.2. Carril en proceso hasta el centro de la vía.

[lcorrales@famcova.net](mailto:lcorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 1 de 2

Informe LM-AT-59-19

Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019

Página 56 de 71





UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



**CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO**  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Los daños ocasionados por la lluvia y el tránsito en el tramo señalado en el informe de Lanamme, fueron corregidos con mezcla asfáltica para nivelar la superficie antes de la colocación del pavimento asfáltico, como se muestra en las fotos siguientes tomadas el 6 de noviembre del 2018, en el tramo de la vía indicado en dicho informe.



Foto No.3. preparación de la superficie.



Foto No.4. Colocación de mezcla asfáltica como prenivelación.

Se suscribe de usted, atentamente

**Ing. Adalid Villanea Calvo.**  
**CONSORCIO FAMCOVA-ESTRATEGA-CCOCIMO.**  
**ADMINISTRADOR VIAL.**

C.c. Archivo  
Copiador.

[icorrales@famcova.net](mailto:icorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)  
Página 2 de 2

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 57 de 71
---------------------	--	-----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



**CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO**

Teléfono (506) 2487-8724

Fax (506) 2487-8808

09 de septiembre de 2019.

COFEC-(1-5)-0203-2019

Señor  
Ing. Carlos Hernández  
Ingeniero de zona  
2014LN-000018-OCV00, línea 2  
CONAVI

Referencia:	Atención de informe de auditoría técnica LM-AT-059B-2019
-------------	--

Estimado ingeniero:

En atención al informe de auditoría técnica del equipo auditor del LANAMME, LM-AT-059B-2019, denominada: "Evaluación de las actividades de Rehabilitación de pavimentos en la licitación pública 2014LN-000018-OCV00", donde se exponen tres hallazgos y dos tres oportunidades de mejora relacionados con los trabajos de rehabilitación de la estructura del pavimento en las rutas # 154 (R.1 – Grecia) y ruta #702 (San Ramón – Ángeles Norte), le comento respetuosamente lo siguiente:

***Relacionado con el hallazgo No 1, el cual indica que se evidenciaron deficiencias en cuanto al proceso de control de calidad asociado a la construcción de bases estabilizadas.***

**a) Sobre los controles de compactación realizados en la base estabilizada con cemento, en la ruta # 154, le comento respetuosamente lo siguiente.**

Este caso denominado por el equipo auditor como # 2, el informe de auditoría señalo lo siguiente para la ruta nacional # 154 de la zona 1-5:

*"se determinó que dicha rehabilitación sí contó con la cantidad mínima requerida de chequeos de compactación..."*

Se indica en la tabla 8 del informe que se requerían 53 ensayos y se realizó un total de 262, con una diferencia de 209 ensayos realizados de más.

Adicionalmente el equipo auditor expone que se deben considerar realizar los ensayos necesarios sin que la Administración – CNV, deba incurrir en costos extras por la realización de ensayos en exceso.

[icorrales@famcova.net](mailto:icorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 1 de 8

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 58 de 71
---------------------	--	-----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

*Este Administrador Vial, considera respetuosamente lo siguiente:*

Inicialmente es conveniente que el equipo auditor del LANAMME, señale cuanta cantidad de ensayos considera excesivos y si se encuentra de acuerdo, con la frecuencia de muestreo definidos en la licitación 2014LN-000018-OCV00, adicionalmente brinde una recomendación de si se debe mantener, la frecuencia establecida actualmente.

Lo anterior como un proceso de retroalimentación del proyecto hacia la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes y Gerencia de Contrataciones del CONAVI, con el fin de valorarlo en las siguientes generaciones de contratos de mantenimiento.

El comentario expuesto por el LANAMME de realizar ensayos en exceso, este Administrador Vial, también consideró lo siguiente:

Para el caso de la rehabilitación de la ruta nacional No 154, la misma requirió una inversión aproximada a los ₡ 2 079 397 921,00 (Dos mil setenta y nueve millones trescientos noventa y siete mil novecientos veintinueve colones)

El costo de los ensayos de verificación de la calidad realizados en "exceso" para el control de la compactación en sitio (209 ensayos) en todo el proyecto representó un monto económico de ₡ 4 180 000,00 (cuatro millones ciento ochenta mil colones) , lo cual representa aproximadamente un 0,21 %, del monto total del proyecto.

Adicionalmente se debe tomar en cuenta la importancia de la ruta # 154, la cual comunica la Autopista Bernardo Soto principal vía hacia la capital con el cantón de Grecia, el cual es uno de los más poblados y productivo de la provincia de Alajuela, el cual aporta gran parte de la producción de caña del país, cuyo transporte utiliza dicha ruta.

El LANAMME, también cita:

*"Por otro lado, en cuanto a los ensayos de densidad máxima en el material de base estabilizada, se evidenció la ejecución de 65 pruebas a lo largo de todo el proyecto. Este dato, en comparación con las 5 densidades calculadas para el proyecto de rehabilitación de la ruta nacional 17, resulta muy positivo pues entre más densidades máximas se hayan calculado, más representativos serán los porcentajes de compactación calculados"*

Por lo que la verificación de la calidad en la ruta # 154, se consideró oportuna y aceptable, por parte del equipo auditor del LANAMME, según se desprende de su informe.

[icorrales@famcova.net](mailto:icorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 2 de 8

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 59 de 71
---------------------	--	-----------------



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Relacionado con la toma de muestras de los chequeos de compactación, el equipo auditor señala que en algunas ocasiones no se realizó oportunamente, aduciendo el CR-2010, sección 304: ESTABILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS, asociado a la tabla 304-3, donde se indica para la "Mezcla (304)" el tiempo de reporte es: Al final de la jornada.

Tabla 1: Frecuencia de muestreo, tabla 304-3 del CR-2010

Table with 9 columns: Material o producto, Tipo de Aceptación (Subsección), Características, Categoría, Especificaciones de los métodos de ensayo, Frecuencia de ensayos, Punto de muestreo, Muestra cuantificada, Tiempo de reporte. Includes sections for Mezzas de agregado y cemento, Agregado, cerizas, cal y cemento (APLC), Agregados acuosos de leño, and Agregados estabilizados.

Fuente: CR-2010

Si bien es cierto se pudo presentar un desfase en el periodo de medición de la muestra, los resultados de las mediciones, no presentan desviaciones significativas en el cumplimiento de la densidad solicitada, puesto que en la gran mayoría (mas de 95% de los resultados) de los casos se logró obtener el 100% de compactación, excediendo lo solicitado en el cartel de lictación 2014LN-000018-OCV00.

Es importante también mencionar y como que en los "Antecedentes" del informe de auditoría LM-AT-059-2018", se cita la sección 302 Base Estabilizada con cemento del CR-2010, dicho apartado señala en la tabla 302-3

Table with 3 columns: Informe LM-AT-59-19, Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019, Página 60 de 71



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Tabla 1: Frecuencia de muestreo, tabla 302-3 del CR-2010

Table with 9 columns: Material o producto, Tipo de Aceptación (Subsección), Características, Categoría, Especificaciones de los métodos de ensayo, Frecuencia de ensayos, Punto de muestreo, Muestra cuarteada, Tiempo de reporte. Includes rows for Gravelación and Agregado estabilizado.

Fuente: CR-2010

Esta tabla señala que la determinación de la compactación para los agregados estabilizados en sitio se puede determinar: "Antes de colocar la siguiente capa" y no "al final de la jornada" como lo cita el equipo auditor del LANAMME.

Ademas hay que considerar que la capa de materiales estabilizada, una vez ejecutado el proceso de homogenización, se mantiene cerrada al tránsito, por lo que una vez dada la energía de compactación durante la construcción, no se dará un efecto de postcompactación por la pasadas o aplicación de cargas vehiculares.

Por lo tanto, se considera resepetuosamente que se genera una confusión relacionado con ambos criterios expuestos en la especificaciones generales CR-2010, respecto al momento que se toma la muestra para el chequeo de compactación.

Table with 3 columns: Informe LM-AT-59-19, Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019, Página 61 de 71



**b) Sobre la caracterización de base mediante análisis granulométricos.**

El informe del LANAMME, señala textualmente lo siguiente respecto a la línea 2: *“ se observó que en la ruta nacional 154 se realizaron 65 análisis granulométricos, por lo tanto, para este caso sí se cumple con lo especificado en el CR-2010”*

Relacionado con los resultados obtenidos, el 100% de las pruebas sobrepaso el tamiz de 75 mm, para el caso de la malla No 4, si se presentaron algunas desviaciones en campo debido a la heterogeneidad de las capas de concreto asfáltico existente propios de una estabilización en sitio y la falta de una caracterización más completa, según detalla el mismo equipo auditor, por realizarse sondeos para los diseños muy distanciados. Sin embargo, se puede notar en los resultados que la tendencia es hacia la mejora del cumplimiento de la especificación.

***Relacionado con el hallazgo No 2, el cual señala que se evidenció ausencia de lineamientos para el diseño de bases mejoradas y estabilizadas en los contratos de conservación vial de la red vial nacional.***

Concerniente a este hallazgo, este Administrador Vial, considera oportuna la retroalimentación realizada por el LANAMME a la Administración – CONAVI, con el propósito de incrementar los sondeos de análisis del firme existente, con el fin de conocer mejor las características físico-mecánicas de los materiales en sitio. De igual forma uniformizar los requisitos de información de la mezcla de agregados más estabilizador (es) utilizados en los proyectos, considerando como mínimo lo establecidos para un diseño de mezcla conforme a una base estabilizada.

El LANAMME propone realizar más sondeos por kilómetro, como se realiza en el país de El Salvador, cuya frecuencia se estable en un sondeo cada 250 m en contraste con los 1000 m solicitados por el CONAVI, en Costa Rica. Es decir incrementar la cantidad de sondeos de 1 a 4 por kilómetro, lo cual se considera favorable para el posterior control y desempeño de las obras.

El equipo auditor señala en su informe:

*“Por lo tanto, se recomienda a la Administración la generación de lineamientos de los M403(1)A y M-30(A) en relación con la adopción de este tipo de normativa (CR-2010) para el diseño de rehabilitaciones de manera que se homologue la capacidad de estructural de pavimentos construidos en rehabilitaciones de pavimentos, se optimicen los proceso constructivos y se mejore la calidad de los diseños ...”*

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 62 de 71
---------------------	--	-----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

*Relacionado con el hallazgo No 3, se han observado oportunidades de mejora en prácticas constructivas y de control de calidad en la colocación de bases estabilizadas o mejoradas.*

**Concerniente al punto (a) Sobre la pérdida de cemento.**

Este Administrador Vial, considerará la excelente la recomendación dada por el equipo auditor del LANAMME, de no tirar los sacos de cemento sobre la superficie, sino mas bien colocarlos, para posteriormente en el suelo romperlos minimizando de esta manera, el desperdicio de estabilizador por el arrastre del viento.

En el próximo proyecto de rehabilitación a realizar en la línea 2, se comunicará a la empresa contratista para que la oportunidad de mejora sea de conocimiento de todos los interesados y se busque implementar la recomendación dada por el equipo auditor.

Adicionalmente, y como parte del proceso de mejora y conforme lo expuesto por el equipo auditor la Administración – CNV, la dosificación de cemento también se puede realizar con maquinaria especializada, por lo que la dosificación de cemento podría controlarse con una mayor precisión.

Por lo anterior la Administración – CNV, debe valorar dentro de la descripción del ítem M-30(A) Reacondicionamiento de la calzada, se debe incorporar dentro de la maquinaria solicitada al contratista un camión distribuidor de cemento o maquinaria similar. A continuación, se indica la maquinaria solicitada actualmente.

**a) Maquinaria, Mano de Obra y Materiales Equipo mínimo y Operador:**

- 1 Camión brigada
- 1 Niveladora
- 1 Recuperadora (Caterpillar RM-350 o similar)
- 1 Camión con tanque distribuidor de agua (con aspersores)
- 1 Compactador de rodillo vibratorio
- 1 cuadrilla de topografía

A manera de ejemplo se muestra una fotografía un camión distribuidor de cemento el cual podría ser considerado en la incorporación de la maquinaria a solicitar al contratista, a utilizarse en el ítem M-30(A), para la dosificación de cemento en sitio.

[lcorrales@famcova.net](mailto:lcorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 6 de 8

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 63 de 71
---------------------	--	-----------------



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808



Fotografía 1: Camión distribuidor de cemento

**Concerniente al punto (b) sobre las juntas de construcción y al punto (c) sobre la exposición de la capa de base estabilizada o mejorada colocada.**

El equipo auditor señala un deterioro prematuro en junta de construcción longitudinal, esa ruta # 702, pertenece a la zona 1-6, de la línea 2.

El Administrador Vial de ese tramo de carretera, emitió el informe COFEC (1-6)-563-2018, en atención al informe de auditoría técnica del LANAMME, LM-PI-089-2018. Se adjunta el informe de ese Administrador Vial al respecto.

[icorrales@famcova.net](mailto:icorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 7 de 8

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 64 de 71
---------------------	--	-----------------





UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES




CONSORCIO FAMCOVA - ESTRATEGA - CCOCIMO  
Teléfono (506) 2487-8724 Fax (506) 2487-8808

Concerniente al punto (d) sobre el barrido del material de secado sobrante, punto (e) sobre el aseguramiento del buen funcionamiento del sistema de drenaje ante la ejecución de una rehabilitación y el punto (f) sobre el aseguramiento de espesor.

El equipo auditor del LANAMME, no realizó ninguna observación sobre las rutas de la línea 2, zonas 1-4, 1-5 y 1-6.

Quedando a disposición para cualquier consulta referente, se despide

Cordialmente,



Ing. Esteban Sandoval Leitón  
Administrador Vial  
Zona 1-5 – Alajuela Norte

c.c.: Ing\*. Hannia Rosales  
Ing. Luis Carlos Corrales Xatruch  
Archivo.

Directora – Región Central - CONAVI  
FAMCOVA.

[lcorrales@famcova.net](mailto:lcorrales@famcova.net)

[cevchsa@gmail.com](mailto:cevchsa@gmail.com)

[ccocimo@gmail.com](mailto:ccocimo@gmail.com)

Página 8 de 8

Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 65 de 71
---------------------	--	-----------------



04 de septiembre de 2019

DRPC-47-2019-0558

Señor.  
Edgar Meléndez Cerda.  
Gerente de Conservación de Vías y Puentes.  
CONAVI.

Ref.: Observaciones al informe preliminar del LANAMME No. LM-AT-59B-2019

Estimado Ingeniero:

Luego de realizar la lectura integral del documento citado en la referencia titulado "Evaluación de las actividades de rehabilitación de pavimentos en la licitación pública 2014LN-000018" y revisando la información sobre los hallazgos de la rehabilitación realizada a la ruta No. 17 de la zona 3-1 Puntarenas por la empresa Constructora Hernán Solís S.R.L., me permito referirme a los hallazgos encontrados.

1. Se evidenciaron deficiencias en cuanto al proceso de control de la calidad asociado a la construcción de bases estabilizadas.

En cuanto a este punto, se indica en el informe y específicamente en el acápite a) sobre "los controles de compactación realizados" en la base estabilizada con cemento en la ruta No. 17 que fueron realizados 123 chequeos de compactación en sitio, lo anterior para una longitud de proyecto de aproximadamente 12,3 km. De acuerdo al criterio del CR-2010 que establece la frecuencia de medición cada 400 m<sup>3</sup> de base estabilizada, según el criterio de la auditoría del LANAMME, esto representa una deficiencia en el proceso de verificación de la calidad de los trabajos ejecutados.

Sobre este particular, el Ing. Alexis Montoya S., anterior Director Regional a.i. me informa que se mantuvo en constante supervisión del proyecto en cuestión, por la importancia del mismo para la provincia de Puntarenas y para el CONAVI en general, era vital que el proyecto se mantuviera controlado en cuanto la calidad y supervisión de las obras ahí construidas.

Debo recalcar el hecho que de acuerdo a la información que se mantiene del proyecto, la Auditoría Interna del CONAVI visitó el proyecto en cuestión y ante las dudas constructivas que se generaron, siempre se pudo comprobar que la calidad constructiva nunca estuvo comprometida.

Aunado a lo anterior, el Ing. Julio Carvajal Jefe del Departamento de Verificación de la Calidad de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, en gira junto con los ingenieros Iván



Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 66 de 71
---------------------	--	-----------------



## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

Sanabria, Rodrigo Ulloa y Alexis Montoya realizaron pruebas de extracciones de núcleos que abarcaran la totalidad de la carpeta colocada y de la base estabilizada.

Dichos núcleos evidenciaron que las dudas generadas por la Auditoria Interna fueron desechadas, ya que tanto en los espesores encontrados, como la falla que se realizó a los núcleos demostraron que los valores de vacíos de la mezcla asfáltica como de la capacidad de soporte de la base estabilizada cumplían a cabalidad con las solitudes del diseño.

Sin embargo, debido a estas acciones de la auditoria y dado que se generó un clima de inseguridad en el proyecto es que se decidió aumentar la cantidad de ensayos solicitados, todo en aras de generar un proyecto de calidad que fuera perdurable en el tiempo.

Por otro lado, el informe menciona que existió un chequeo de compactación de la base estabilizada que fue realizado un día después de la estabilización, situación que genera que las densidades y humedades reportadas no sean representativas y que esta situación se debe realizar en etapas posteriores para garantizar una densidad máxima requerida.

En este hallazgo no se tiene claro por qué el laboratorio efectuó el muestreo un día después de realizar la estabilización de la base, situación que a todas luces no debió suceder, sin embargo, se toma como un aspecto a mejorar en la coordinación futura de estas actividades.

Por otro lado, de acuerdo con los aspectos que señala el informe del LanammeUCR, se realizaron un total de 5 pruebas para comprobar la densidad máxima del material de base estabilizada, las cuales fueron extraídas de los informes 18-LA2-0236-1231, 18-LA2-0237-1231, 18-LA2-0245-1231, 18-LA2-0251-1231 y 18-LA2-0275-1231.

Debido a la importancia del parámetro de densidad máxima para la determinación de los porcentajes de compactación y en acuerdo a lo establecido por el CR-2010 en la tabla 302-3, el laboratorio de verificación de la calidad tuvo un incumplimiento al no reportar esta situación ni al Administrador Vial ni a la Administración. Por esta razón, se estará solicitando que para los próximos proyectos se efectúe una matriz de calidad con las frecuencias de medición de acuerdo a las necesidades reales del proyecto, además esta matriz deberá estar en concordancia con el programa de trabajo que para tales efectos también le será solicitado al contratista de obra.

Ahora bien, en este primer hallazgo y en el acápite **b) "sobre la caracterización del material de base mediante análisis granulométrico"** se establece en el informe que existió una deficiencia en el control de calidad debido a la cantidad de ensayos de granulometría realizados.



Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 67 de 71
---------------------	--	-----------------



## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

Este hallazgo al igual que la deficiencia en la cantidad de ensayos de densidad máxima, se espera poder subsanar para los próximos proyectos mediante la implementación del programa de trabajo específico para el proyecto en cuestión y que además cuente con una reunión de pre inicio donde sea invitada la Verificadora de la Calidad tanto los laboratorios privados como el Departamento de Verificación de la Calidad de la Gerencia.

### 2. Se evidenció ausencia de lineamientos para el diseño de bases mejoradas y estabilizadas en los contratos de Conservación Vial de la Red Vial Nacional.

De acuerdo a lo indicado en el informe se evidenció que la caracterización de materiales existentes solicitada en el diseño de pavimentos de rehabilitaciones de la red vial nacional, de acuerdo con el ítem M403(1)A de la licitación pública 2014LN-000018-DCV00 no fue considerada adecuadamente para el diseño de bases estabilizadas en proyectos de conservación vial.

Se añade que dicho ítem dentro de las especificaciones solicita la realización de sondeos de los materiales existentes cada kilómetro, esta frecuencia de medición de acuerdo a lo indicado por el LanammeUCR parece ser insuficiente debido a la variabilidad de los materiales.

Se señala además que algunos diseñadores de bases estabilizadas de los proyectos de conservación vial comúnmente presentan un único diseño de base estabilizada, sin considerar la variabilidad de los materiales y que no se consideran otras opciones de diseño.

De acuerdo con las recomendaciones de este hallazgo se debería considerar sondeos de material cada 250 m en proyectos de rehabilitaciones con el propósito de tener un mejor control sobre la resistencia estimada de diseño y su posterior proceso constructivo.

De conformidad con las recomendaciones establecidas, existe un vacío entre las especificaciones establecidas para el diseño de bases estabilizadas y bases mejoradas con cemento en relación con la metodología de diseño, diseño por tramos homogéneos y ensayos de caracterización de materiales.

Este aspecto reviste especial importancia, dado que para la generación de futuros carteles de licitación se deberá considerar todos estos aspectos dentro de los mismos, además reviste especial importancia que todas las ingenierías de zona realicen una revisión previa de los diseños de pavimentos presentados por las diferentes empresas constructoras, esto con el propósito de evidenciar todas las posibles deficiencias que contengan, además se deberá realizar un aporte al tipo de diseño de rehabilitaciones de las rutas, ya que la fecha solamente se contempla la estabilización con cemento, siendo no necesariamente la única opción viable desde el punto de vista del contrato sino del costo asociado.



Informe LM-AT-59-19	Fecha de emisión: 30 de septiembre de 2019	Página 68 de 71
---------------------	--	-----------------



## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

### 3. Se han observado oportunidades de mejora en prácticas constructivas y de control de calidad en la colocación de bases estabilizadas o mejoradas

En este hallazgo se detallan procesos de mejora, dentro de los cuales se puede mencionar, "la pérdida de cemento" que se da en los proyectos debido a la forma en la cual los sacos de cemento son colocados espaciados equidistantemente unos de otros sobre la superficie a estabilizar, sin embargo, debido a que los sacos son tirados al suelo, esto provoca el rompimiento de estos, y se genera una nube de cemento que se dispersa con el viento.

Esta acción genera que el cemento se pierda del proyecto y con ello se genera una disminución en la dosificación, debido a lo anterior se recomienda minimizar la pérdida de cemento al tirar los sacos al suelo, esta situación será tomada en consideración y puesta en práctica como una práctica constructiva más sana.

El segundo aspecto u oportunidad de mejora corresponde a las "juntas de construcción", sobre este particular, indica la auditoria del LanammeUCR que como práctica común en los proyectos de conservación vial se interviene un carril a la vez, con el objetivo de no afectar completamente el tránsito de la ruta (situación que va acorde con lo establecido en cartel de licitación), sin embargo es importante tomar en consideración que debe realizarse un traslape con la recuperadora del volumen del carril que se estabiliza o mejora con el carril ya intervenido, para asegurar eliminar sitios sin una mezcla efectiva del material granular con cemento y realizando una junta eficiente entre los carriles construidos.

Si bien es cierto que dentro de los ejemplos dentro del informe no se menciona la ruta nacional No. 17 como uno de estos incumplimientos, esta oportunidad de mejora se seguirá implementando dentro de los alcances de los trabajos realizados en la Dirección Regional Pacifico Central.

Una tercera oportunidad de mejora corresponde a "la exposición de la capa de base estabilizada o mejorada colocada", en este punto particular se establece que a veces las capas de bases mejoradas o estabilizadas con cemento, quedan expuestas a la intemperie y algunas veces al tránsito en etapa prematura, provocando deterioros en la superficie y en consecuencia en la regularidad superficial.

Este tipo de problemas debe considerarse bajo todo punto de vista, que el deterioro de la base colocada, lo cual puede generar problemas difíciles de reparar de forma eficiente, ya que estos defectos podrían generar condiciones desfavorables que causen defectos de consideración.

En los términos antes descritos, esta Dirección Regional estará tomando al pie de la letra la recomendación del LanammeUCR, siendo que para los próximos proyectos que puedan ser





## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

construidos en la región, se tratará de proteger la base estabilizada o mejorada de forma pronta luego de su estabilización y curado respectivo, con el propósito de evitar deterioros en la superficie que puedan provocar daños irreparables o que pongan en riesgo la inversión de los recursos públicos de la Administración.

Adicionalmente, se establece como una oportunidad de mejora "el barrido de material de secado sobrante", este aspecto resulta importante destacar dado que según se establece, se podrían presentar condiciones de inseguridad debido a la presencia de este material suelto para la estabilidad vehicular, dado que facilita el derrape y dificulta el frenado.

Adicionalmente se establece que otra desventaja de que el material de secado no sea barrido es que se va desplazando hacia la orilla, provocando que el agua no pueda salir de los drenajes, se acumule en parte de la superficie y se vaya saturando el material granular.

Este aspecto es fundamental tomarlo en consideración para el correcto funcionamiento los proyectos a desarrollar por parte de la Gerencia de Conservación de Vías y Puentes, esta recomendación la hemos implementado en la región, dado que para el caso de la ruta nacional No. 17 por sus problemas de inundación en la zona del centro de Puntarenas hemos presentado una serie de problemas con los materiales que en efecto en algunas oportunidades terminaron en los colectores y sistemas de drenaje, por lo cual se acatará de forma radical la recomendación del correcto y oportuno barrido del material sobrante.

Seguidamente se establece como otro aspecto a considerar el "el aseguramiento del buen funcionamiento de drenaje ante la ejecución de una rehabilitación", este punto está íntimamente ligado a lo establecido en el punto anterior, por lo cual se tomarán todas las medidas respectivas para evitar que todos los drenajes de la ruta se puedan ver comprometidos por la rehabilitación de la ruta.

Finalmente, se establece como última oportunidad de mejora "el aseguramiento del espesor", este aspecto reviste importancia ya que la profundidad de la recuperación debe quedar claramente definido de acuerdo con las condiciones de la ruta, en razón de esto se deben realizar los suficientes sondeos y con ello verificar los estratos de materiales existentes en cuanto a su calidad y espesor.

Es importante destacar que además se debe llevar un control topográfico de los espesores, para garantizar los volúmenes colocados y compactados de material, además por medio de la topografía nos podemos asegurar las pendientes de la superficie de ruedo de la ruta para tener control de la evacuación de agua superficial y aportar peraltes para brindar a los usuarios de la ruta estabilidad vehicular en las curvas.





## GERENCIA DE CONSERVACION DE VIAS Y PUENTES

Esta actividad ha sido especialmente importante en la realización de los proyectos de esta región, en realidad siempre ha sido solicitada la topografía para colaborar en la correcta supervisión de los proyectos, y en este sentido la misma empresa constructora es consciente de la necesidad de contar con un control topográfico que inclusive les sirve de insumo para las estimaciones mensuales.

Atentamente,

REINALDO  
ENRIQUE MATA  
CARRANZA  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por REINALDO  
ENRIQUE MATA  
CARRANZA (FIRMA)  
Fecha: 2019.09.04  
11:35:35 -06'00'



**Ing. Reynaldo Mata Carranza.**  
Director, Región Pacífico Central.  
CONAVI.

CC: Ing. Alexis Montoya Bosa.  
Ing. Rodrigo Ulloa Melendez.  
Ing. Carlos Arredondo.  
Archivar/Copiado.

Ingeniero Encargado de la Zona 3-1 Puntarenas CONAVI.  
Gerente Técnico de Inspección, Castro & De La Torre S.A.  
Ingeniero Proyecto Zona 3-1 Puntarenas, Castro & De La Torre S.A.

