



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LM-PI-PV-AT-22-04

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA

EXTERNA

ENVIADO

Fecha: 11 Mayo 2004

RESUMEN EJECUTIVO

Firma

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN SOBRE LA
RUTA 36, PROVINCIA DE LIMÓN

Setiembre 2003 – Febrero 2004

RESUMEN EJECUTIVO

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN SOBRE RUTA 36, PROVINCIA DE LIMÓN

(periodo setiembre 2003 - febrero 2004)

Este informe de auditoría técnica señala específicamente la falla de una capa asfáltica colocada en la ruta 36 de la zona Atlántica, entre la vía San José Limón y Beverly, la cual se realizó en setiembre del 2003, mediante el proyecto de conservación vial de la zona Atlántica. Este trabajo de colocación de capa asfáltica delgada se realizó, sin un estudio básico del pavimento existente y sin comprobar la calidad del trabajo, lo cual produjo una falla rápida del pavimento en menos de cuatro meses de servicio.

Este hallazgo se había tratado en el informe LM-PI-PV-AT-154-2003 de auditoría técnica de la compactación de mezclas asfálticas en los proyectos de conservación vial, recientemente editado y entregado por el LANAMME.

En los meses de enero y febrero 2004 se han realizado bacheos de gran extensión con mezcla asfáltica para reparar las fallas de esta carretera. Este trabajo de bacheo se pagó nuevamente a la empresa constructora que realizó la colocación de la capa asfáltica que falló. Por el tipo de contrato de obra que se estableció con la empresa constructora ésta logra más trabajo cuando ocurren estas fallas prematuras y no asume responsabilidad, de lo cual se deriva la imperiosa necesidad de corregir estas deficiencias de ejecución de trabajos por parte del CONAVI.

Este caso ilustra la problemática prevaeciente en los proyectos de conservación vial, donde se ejecutan muchos trabajos de reparación y refuerzo de pavimentos, sin estudios básicos del deterioro existente, que llevan a inversiones de corta vida de servicio, y por tanto, de alto costo para el país (desperdicio de fondos públicos). Todas las reparaciones viales deben estar fundamentadas en estudios técnico económicos de la inversión según el clima, el estado de la carretera, los materiales predominantes, las necesidades de seguridad vial y el tipo de tránsito que tiene la ruta.

Se considera de alta prioridad que los ingenieros de la Dirección de conservación vial del CONAVI mejoren el fundamento técnico de su política de inversiones para que no sucedan estos problemas de falla rápida. En este caso particular, se requiere definir las responsabilidades técnicas del Director y de los profesionales del proyecto por la deficiente ejecución de este trabajo y la pérdida económica que ha significado al país.

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
TRABAJOS DE CONSERVACIÓN SOBRE RUTA 36, PROVINCIA DE LIMÓN

A. ÍNDICE

	Página
A. Índice	01
1. Potestades	02
2. Justificación	02
3. Objetivos del informe	03
4. Definiciones	03
5. Datos del proyecto analizado	04
6. Características de la sección analizada	04
7. Antecedentes	05
7.1. Deficiencias en la aplicación de los sistemas de control de compactación y pago de sobrecapas para el proyecto de Conservación Vial de la Zona Atlántica (Hallazgo No. 1)	06
8. Análisis visual del desempeño de la sobrecapa. Caso de la ruta 36 tramo que va del entronque con la ruta 32 – Beberly.....	08
9. Análisis de las labores de reparación. Ruta 36 en Limón.....	10
10. Conclusiones generales	12
Anexo I. Documentación de respaldo	13

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
TRABAJOS DE CONSERVACIÓN SOBRE RUTA 36, PROVINCIA DE LIMÓN
SETIEMBRE 2003 – FEBRERO 2004

1. POTESTADES

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución que se realizan para el sector vial, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

De manera adicional, el proceso de auditoría se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.” (El subrayado no es del texto original).

2. Justificación

La colocación de sobrecapas de mezcla asfáltica es una de las prácticas en la que más recursos se invierten por año en nuestro país y es una de las alternativas más utilizadas por el CONAVI para mejorar el estado de las vías. La durabilidad de estas sobrecapas depende tanto de la calidad de los estudios técnicos que sirven de fundamento para diseñar y seleccionar esta alternativa de intervención, así como de la calidad de la materia prima utilizada, como de la calidad de las labores de colocación y el consecuente control de calidad del producto final, el cual está asociado principalmente al proceso de colocación y compactación de la sobrecapa en el campo.

3. Objetivos del informe

Mostrar las evidencias recopiladas por el equipo auditor que reflejan el resultado de las intervenciones de conservación vial realizadas por el CONAVI en la ruta 36, provincia de Limón, en un periodo que abarca de setiembre de 2003 a febrero de 2004.

Analizar los resultados de la estrategia de conservación utilizada en la construcción y control de calidad de las obras de Conservación Vial de la ruta 36, la aplicabilidad práctica de las mismas, el sustento técnico y la durabilidad de las obras.

4. Definiciones

En este informe se hace mención a varios conceptos técnicos, los cuales forman parte de los criterios que utiliza la auditoría para identificar incumplimientos y oportunidades de mejora. Dentro de las más importantes tenemos:

- a) **Modelo de pago en función de la calidad:** Es una herramienta de análisis que tiene como propósito evaluar la calidad del producto y pagar de acuerdo al nivel de cumplimiento de las especificaciones por medio de criterios estadísticos y de ensayos de autocontrol y verificación. Este modelo de pago es de acatamiento obligatorio para todos los proyectos de Conservación Vial del país ya que forma parte integral de los contratos que rigen para los mismos.
- b) **Compactación de sobrecapas:** Proceso controlado de reducción de vacíos con aire de la mezcla asfáltica que se realiza mediante la presión, peso o vibración ejercida por los equipos compactadores sobre las capas de material colocado. En el caso de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) se requiere de un control de temperatura adecuado, para que la compactación sea satisfactoria, es decir, que se ubique dentro del rango de 3 – 8% de vacíos con relación a la densidad máxima (0% de vacíos).

El cumplimiento de esta especificación de vacíos es una obligación contractual y se relaciona directamente con la durabilidad de la sobrecapa, es decir, una adecuada compactación implica una mayor durabilidad.

Según estudios realizados en Estados Unidos, por cada 1% sobre el límite de especificación de 8% se pierde hasta un 10% de durabilidad en las sobrecapas.

- c) **Autocontrol de calidad:** Actividades de supervisión, control, ensayo y chequeo que debe realizar el contratista durante las operaciones de construcción de una obra a efecto de asegurar la calidad de los trabajos, de conformidad con las especificaciones y exigencias establecidas.
- d) **Verificación de calidad:** Acciones que debe llevar a cabo el CONAVI de forma paralela e independiente del autocontrol para comprobar la calidad de los materiales y de los procesos constructivos suministrados por el contratista, mediante la inspección, revisión de procesos, chequeos aleatorios, ensayos, auditorías internas, y prácticas de otra clase, documentando debidamente todas sus diligencias, para asegurar que las obras estén conformes con los requisitos establecidos en los contratos.

5. Datos del proyecto analizado

Proyecto: Conservación Vial de la Zona Atlántica (LPCO-20-01)

Tramo analizado: Sección de la Ruta 36 intervenida en setiembre de 2003.

Ingeniero de proyecto, Conavi: Ing. Darwing Mena Bonilla (Zona de Limón). (Responsable del control de calidad y los pagos para la zona de Limón).

Contratista: Constructora M & S.

Responsable General: Ing. Juan Ramón Chacón Prendas, Director de Conservación Vial del CONAVI desde julio 2001

6. Características de la sección analizada

La sección sobre la cual se realizaron las labores de conservación vial durante el mes de setiembre de 2003 cuenta con las siguientes características determinadas por inspección visual.

- **Longitud:** 12 km aprox.
- **Espesor de la sobrecapa colocada:** 3-4 cm de espesor con diferencias producto de las irregularidades del terreno.
- **Material subyacente:** El material de base presente tiene una importante presencia de material redondeado con poca consistencia y un bajo nivel de compactación (material suelto). Se puede detectar afloramiento de humedad de muchas secciones de la ruta producto del

elevado nivel freático con relación al nivel de la carretera. La capa inmediatamente inferior a la capa de base consiste en una capa de arena de espesores variables.

- **Características de tránsito:** La ruta 36 es una ruta de suma importancia turística y cuenta con un tránsito promedio diario (TPD) de 1360.
- **Fecha de pago de la sobrecapa:** La sobrecapa colocada fue pagada en la estimación 15T correspondiente al mes de setiembre de 2003 (ver anexo).

7. Antecedentes

Como parte de los procesos de auditoría realizados para los proyectos de Conservación Vial del CONAVI, el equipo auditor detecta la colocación de una sobrecapa delgada (<4 cm) sobre la ruta 36 (ver diagrama de la sección intervenida) durante el mes de setiembre de 2003. Dentro de este proceso de auditoría se inicia la recopilación de información sobre los controles de calidad, estudios preliminares y pago en función de la calidad de la sobrecapa mencionada, los cuales forman parte de las estimaciones de pago realizadas dentro del proyecto de Conservación Vial de la Zona Atlántica.

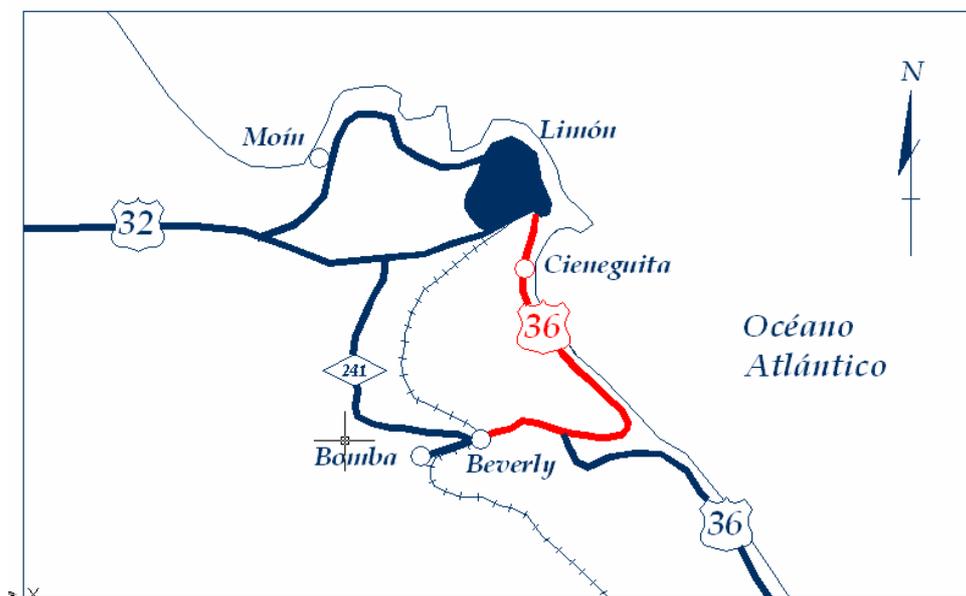


Figura No.1: Diagrama de la sección intervenida

Como resultado de la investigación preliminar realizada en esta ruta se consigna el siguiente hallazgo:

7.1 Deficiencias en la aplicación de los sistemas de control de compactación y pago de sobrecapas para el proyecto de Conservación Vial de la Zona Atlántica (Hallazgo No. 1).

- a) **Obligación contractual:** Lo definido en las Especificaciones Especiales, Contratos de Conservación Vial y Documentos de prevalencia, sobre la evaluación de la calidad de las sobrecapas y el pago en función de la calidad de las mismas.
- b) **Hallazgo de la auditoría:** En el proyecto de conservación vial de la Zona Atlántica se realizó una revisión de los documentos que dan soporte a las estimaciones de pago y al control de calidad de las sobrecapas construidas durante el mes de setiembre de 2003 y se detectó lo siguiente:
 - a) En la estimación 15T para el mes de setiembre de 2003 se pagan un total de 8.329 toneladas de mezcla asfáltica colocadas en sobrecapas, sin que se realizara una adecuada metodología de compactación, ya que no se construyeron los tramos de prueba establecidos en el cartel de licitación y necesarios para determinar el correcto procedimiento de compactación (patrón de compactación) de las sobrecapas. La no construcción de los tramos de prueba se fundamenta en la nota CVZA-099(L)-03 emitida por el Ing. Darwin Mena (ver anexo), ingeniero de proyecto de la zona de Limón emitida el 8 de octubre de 2003.
 - b) El criterio utilizado por el Ing. Darwin Mena en la nota CVZA-099(L)-03 no cuenta con sustento técnico, ya que no existe evidencia de que se haya realizado algún estudio preliminar o diseño estructural que justifique la colocación de una sobrecapa de menos de 4 cm de espesor sobre la ruta 36, adicionalmente, está establecido que se deben construir tantos tramos de prueba como sean necesarios para determinar un adecuado patrón de compactación, especialmente, cuando las condiciones de las capas subyacentes de la ruta varían.
 - c) Con base en la nota del ingeniero Mena se asume un 100% de cumplimiento de la compactación de las sobrecapas colocadas en las rutas 36 y 32 y de esta forma se introduce en el cálculo del factor de pago en función de la calidad (ver anexo) el cual, determina si existe o no, reducción en el pago por incumplimiento de especificaciones. Para el mes de setiembre de 2003 se paga el 100% de la mezcla colocada en sobrecapas sobre las rutas 36 y 32, y no se reportan resultados en las especificaciones de compactación.

- d) Además, con base en el criterio del ingeniero Mena se colocan y se pagan en el mes de setiembre un total de 1.510,28 toneladas de mezcla asfáltica colocadas sobre la ruta 32 asumiéndose para esta mezcla un cumplimiento del 100% de las especificaciones para compactación. El criterio del Ing. Mena presente en la nota CVZA-099(L)-03 hace referencia a condiciones que él denomina como específicas de la ruta 36 y que no son válidas para la ruta 32 por lo que no existe ninguna justificación para no haberse realizado control de compactación de las sobrecapas colocadas en esta última ruta.

La cantidad de mezcla colocada en las sobrecapas de las rutas 36 y 32 se desglosa de la siguiente manera:

Ruta	Cantidad de mezcla (Toneladas)	Secciones de control	Precio \$/ton	Costo \$
32	200,2	70070	41.5	8.308,3
32	1.310,08	70160, 70141	41.5	54.368,3
	Total: 1.510,28			62.676,6
36	6.818,95	70040, 70010, 70020, 70050,	41.5	282.986,4
	Total: 8.329 Ton			345.663,02

Tabla No.1: Desglose de la mezcla colocada en sobrecapas en setiembre de 2003 para la Zona Atlántica. Fuente: Estimaciones suministradas por la ingeniería de proyecto.

- c) **Consecuencias:** Para definir la intervención en un pavimento por medio de una sobrecapa asfáltica, de previo es necesario tener los estudios técnicos para determinar que dicha inversión (sobrecapa) es un alternativa correcta y además, para determinar el espesor de capa asfáltica necesario para garantizar la durabilidad de la inversión.

Toda mezcla colocada en sobrecapas debe ser evaluada y pagada en función del grado de cumplimiento de las especificaciones, tanto en la planta productora de mezcla como en el campo, de acuerdo a la metodología existente en los contratos de Conservación Vial. El ingeniero Darwin Mena aplica un criterio que permite la colocación de una sobrecapa delgada sobre la ruta 36 sin conocer el grado de cumplimiento de especificaciones y paga el 100% de la mezcla colocada en ésta ruta y en la ruta 32, asumiendo el cumplimiento de las especificaciones de compactación en sitio para estas sobrecapas. En consecuencia, la ingeniería de proyecto no puede garantizar la durabilidad de estas sobrecapas y la inversión realizada por el Estado ante la ausencia de controles de campo adecuados y del espesor de la sobrecapa colocada en la ruta 36.

d) Observación: El ingeniero de proyecto, al detectar “dificultad” en la construcción del tramo de prueba, debió haber realizado los estudios de ingeniería necesarios que le permitieran haber considerado una alternativa que tuviera como fin solucionar los problemas de la estructura existente a largo plazo y no a la colocación de una capa delgada de poca durabilidad.

8. Análisis visual del desempeño de la sobrecapa. Caso de la ruta 36 tramo que va del entronque con la ruta 32 – Beberly.

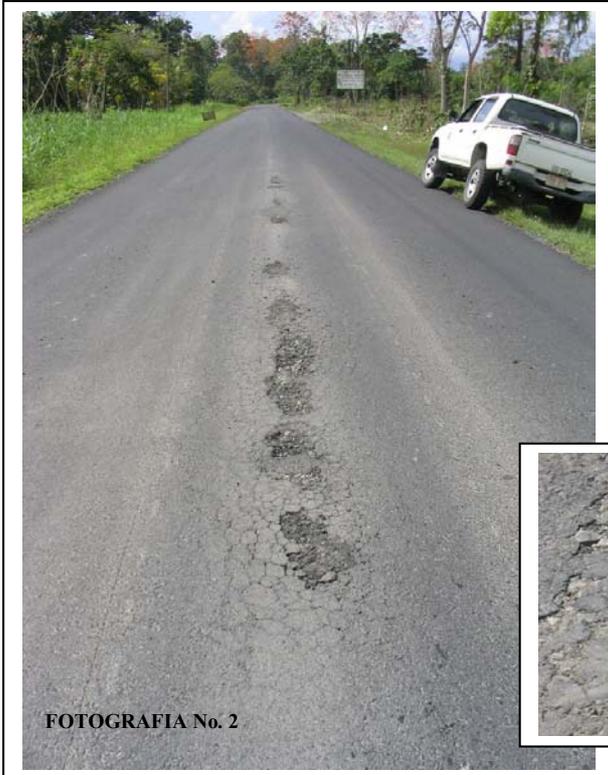
Como consecuencia de los hallazgos producto del análisis de la estimación del mes de setiembre de 2003, la auditoría técnica realiza una visita de inspección y evalúa visualmente el desempeño de la sobrecapa colocada sobre la ruta 36.

La auditoría técnica detecta, luego de un periodo de 5 meses de servicio, un severo deterioro de la superficie de rudo, presentándose patrones de falla como los mostrados en las fotografías siguientes:



La ruta 36 presenta un tipo de falla prematura caracterizado por la aparición de cuero de lagarto y desprendimiento acelerado de la mezcla asfáltica





A lo largo de toda la sobrecapa, de aproximadamente 12 km de longitud se observa el tipo de deterioro que se muestra en la fotografía. El espesor de la capa en este punto es de apenas 2.0 cm y se encuentra demarcada una franja de 1,6 m para ser reparada. Esta mezcla tiene 5 meses de haber sido colocada.



De forma idéntica a las fotografías anteriores el deterioro prematuro es evidente y se extiende rápidamente a todo el ancho de la calzada.



El deterioro a muy corto plazo mostrado en las fotografías anteriores, es característico de toda la superficie de ruedo a lo largo de los 12 km intervenidos en setiembre de 2003. Luego de un periodo de 5 meses es evidente que la alternativa de intervención utilizada para esta ruta no es una solución técnica ni económicamente eficiente para una ruta tan importante como la ruta 36. Los incumplimientos a las especificaciones constructivas, la falta o la no utilización de estudios preliminares sobre las características de la ruta 36, la falta de un criterio técnico sólido fundamentado en estudios de laboratorio y diseños estructurales y una utilización incorrecta de los mecanismos de control de calidad, fueron factores determinantes para explicar el deterioro acelerado de esta sección de la ruta 36.

9. Análisis de las labores de reparación. Ruta 36 en Limón.

El equipo de auditoría técnica realizó una gira de inspección a la ruta 36 el día 13 de febrero de 2004, aproximadamente 5 meses después de la construcción de la sobrecapa lo cual le permite comprobar la realización de una intensa actividad de bacheo a lo largo de los 12 kilómetros. Se observaron las labores de reparación y se evaluó el cumplimiento de especificaciones técnicas y de seguridad en el frente de obra.

El principal hallazgo de la auditoría durante la visita al frente de obra es en relación con el nivel de inversión de las reparaciones realizadas en una sobrecapa de tan reciente colocación. El bacheo observado resulta ser una confirmación de las deficiencias técnicas consignadas en el hallazgo No.1 de este mismo informe.

La inversión realizada sobre esta ruta en un periodo de 5 meses muestra cómo la estrategia de conservación utilizada es poco económica para el Estado. De acuerdo a los precios del contratista se paga la tonelada de mezcla para bacheo colocada y compactada en sitio a \$54 / ton y de acuerdo a declaraciones del inspector de campo de CONAVI, el señor Rolando Picado se colocan un promedio de 40 toneladas por día en estas reparaciones, esto equivale, en promedio, a una inversión de \$2160 por día, es decir, ¢916.293,6 con el tipo de cambio del 19/02/04.

Es criterio de la auditoría que la actual inversión realizada en los bacheos sobre la ruta 36 pudo haberse evitado si se hubieran realizado lo siguiente: a) Un control de calidad adecuado y b) Estudios preliminares suficientes, los cuales hubieran permitido tomar una decisión técnica bien fundamentada sobre el tipo de intervención que realmente requería esta ruta.



El día de la visita del equipo auditor del Lanamme, la ruta se encontraba intervenida para la reparación de extensas zonas de bacheo. La profundidad media de la excavación es de 10 cm.



Conjunto de baches excavados e imprimados, listos para la colocación de la mezcla asfáltica de reparación. Nótese el patrón de falla a lo largo de la sección central de la carretera.

10. Conclusiones generales

Se concluye lo siguiente:

- a) El deterioro de la sobrecapa construida sobre la ruta 36 en Limón es producto de una incorrecta aplicación de los criterios técnicos ingenieriles definidos en las especificaciones y de un inadecuado control de calidad en el campo, por lo tanto, la inversión realizada en el bacheo de reparación de la sobrecapa deteriorada prematuramente no se justifica dentro del marco de las buenas prácticas de la ingeniería y el uso eficiente de los recursos del Estado.
- b) El sistema de pago en función de la calidad no está siendo utilizado adecuadamente por la ingeniería de proyecto de la zona de Limón ya que se introduce en las tablas de pago en función de la calidad un cumplimiento del 100% en el parámetro de compactación, cuando existen las evidencias de que los muestreos realizados no fueron utilizados para comprobar la compactación de las sobrecapas colocadas sobre la ruta 36. Los espesores de los núcleos no cumplían con el mínimo necesario, lo cual era, de previo, del total conocimiento del ingeniero Darwin Mena, pues él mismo ordenó la colocación de una carpeta delgada sobre esa ruta.
- c) Se colocó una sobrecapa delgada (menor a 4 cm de espesor compactado) para las cuales los contratos no especifican una metodología adecuada de construcción y evaluación de cumplimiento de la compactación, por lo tanto, no se puede garantizar la durabilidad de las mismas.
- d) No se cumplen los requisitos que establecen los contratos para contribuir con una adecuada compactación de las sobrecapas, tales como la construcción de las franjas de control o tramos de prueba, los cuales deben construirse cada vez que se modifique cualquiera de las siguientes variables: Características de la mezcla asfáltica, características de la ruta sobre la cual va a ser colocada la sobrecapa y tipo de maquinaria utilizada para la colocación.

Firmas del equipo auditor

Ing. Marcos E. Rodríguez

Coordinador de Auditorías Técnicas del LANAMME

Ing. Roy Barrantes J.

Auditor LANAMME

ANEXO I
DOCUMENTACIÓN DE
RESPALDO