

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-110-08**

**CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE RUEDO EN TRABAJOS
DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RUTA 32
SECCIONES DE CONTROL 70090 Y 70141**

NOVIEMBRE 2008.

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-110-08**

**CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE RUEDO EN TRABAJOS
DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RUTA 32
SECCIONES DE CONTROL 70090 Y 70141**

RESUMEN EJECUTIVO

NOVIEMBRE 2008.

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-110-08**

**“CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE RUEDO
EN TRABAJOS DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RUTA 32,
SECCIONES DE CONTROL 70090 Y 70141”**

RESUMEN EJECUTIVO

La superficie de ruedo es el contacto directo de los usuarios con la vía. Es el reflejo del lugar y la calidad que tiene.

La realización de bacheos extensos de forma manual en actividades de conservación vial, donde se sustituye toda la carpeta asfáltica de la calzada o de un carril, afecta la regularidad superficial de los pavimentos. Los trabajos de bacheo representan la mayor inversión realizada en todas las zonas de conservación vial de los contratos vigentes actualmente, con lo cual a criterio del equipo auditor, no se ha logrado una inversión eficiente y eficaz.

Actualmente se están colocando sobrecapas estructurales de mezcla asfáltica en la red vial nacional, con fondos del BCIE¹. La colocación se realiza por los contratistas que atienden cada zona de Conservación Vial del cartel de Licitación Pública LP-01-05, de acuerdo con la ruta y sección que se le asignaron los recursos. Ésta actividad diseñada para lograr una vida útil de varios años, necesita de importantes recursos para su ejecución y es importante valorar su desempeño después de ejecutada.

Aunque son trabajos para conservar las vías de la Red Vial Nacional las sobrecapas estructurales son ejecutadas con fondos del BCIE, pero se realizan desde julio de 2007, por las empresas contratistas a cargo de la conservación de cada una de las 22 zonas en que se encuentran dividida la Red Vial Nacional Pavimentada y en los lugares determinados por la Administración. Este trabajo se ha realizado en varios tramos de las rutas del país y son inspeccionados por las Organizaciones de Inspección, a cargo de cada una de las zonas de conservación.

En el informe se definió como objetivos, valorar la calidad y el desempeño de la superficie de ruedo de una sobrecapa estructural y de un bacheo extenso que se realizaron en la Ruta 32, analizando el monto asignado para las intervenciones, lo estipulado al respecto

¹ Banco Centroamericano de Integración Económica.
Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.

en las regulaciones y disposiciones vigentes en las labores de Conservación Vial y los resultados de las mediciones realizadas.

Se valoró las características de la regularidad superficial con mediciones de IRI² en áreas extensas de bacheo formal recientemente ejecutado, en la sección de control 70090 (Siquirres – Límite Cantonal Siquirres / Matina), Ruta 32 y las implicaciones para el confort de los usuarios que circulan con vehículos por la vía. Se valora además la fricción de la llanta con la superficie del pavimento en un tramo donde se colocó una sobrecapa estructural y la incidencia en la seguridad de los usuarios que circulan por ese tramo. Se consideraron los montos de las inversiones con respecto con la calidad de la superficie y su desempeño a pocos meses de ejecutado el trabajo.

Del estudio realizado se evidencia que la fricción entre la superficie de rueda y las llantas de los vehículos es deficiente en la sobrecapa colocada en diciembre del 2007 y enero del 2008, incumpléndose el Decreto Ejecutivo No. 33148-MOPT publicado en la Gaceta No. 100, del jueves 25 de Mayo de 2006.

Se observan problemas en el desempeño de las obras ejecutadas con una alta inversión mediante las actividades de Conservación Vial de la Red Vial Nacional Pavimentada, y estudiadas en el informe. Existen parámetros mínimos que se deben exigir para montos elevados de inversión, ya que la duración y efectividad de esos trabajos dependen de la calidad en la ejecución.

No existe una adecuada planificación de las actividades realizadas a las vías de la Red Vial Nacional Pavimentada valoradas en este informe, por el alto costo que ha significado y los problemas que presenta en el corto plazo las superficies intervenidas. Se evidencia la ausencia de un Sistema de Administración de Carreteras en el manejo de los recursos de forma eficiente para lograr la calidad requerida.

Al igual que en otros informes en los cuales se han visto bacheos manuales extensos, se observa que, los criterios que se están aplicando para la selección de zonas de bacheo, permiten intervenir grandes áreas de la superficie de rueda, realizándose una sustitución de toda la carpeta asfáltica, lo cual por su extensión y forma de colocación resultan ser intervenciones poco efectivas, de alto costo de operación para los usuarios (por los problemas de regularidad superficial y productividad). Esta actividad va en desacuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo planteado por el gobierno.

Las auditorías técnicas que ha realizado el LanammeUCR desde el año 2003 hasta la fecha sobre la evaluación de las prácticas constructivas que corresponden a los carteles de licitación vigentes en cada período, han demostrado los incumplimientos reiterados a las especificaciones técnicas vigentes y los carteles de licitación. Estas prácticas

² IRI: Índice de regularidad superficial que determina el rango de confort al usuario al conducir por la vía. Es un parámetro definido en las metas sectoriales del Plan de Gobierno 2006-2010 con porcentajes de valores inferiores a 3 (condición buena)

inadecuadas en los trabajos de conservación son responsabilidad de la Administración, y deberían ser detectadas por ella en el proceso de ejecución, por tratarse de incumplimientos por parte de los contratistas en la ejecución de los trabajos, lo cual incide en la calidad y durabilidad de lo trabajos ejecutados.

INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-110-08

CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE RUEDO EN TRABAJOS
DE CONSERVACIÓN VIAL DE LA RUTA 32, SECCIONES DE CONTROL
70090 Y 70141.

NOVIEMBRE 2008

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
CALIDAD DE LA SUPERFICIE DE RUEDO EN TRABAJOS DE
CONSERVACIÓN VIAL DE LA RUTA 32, SECCIONES DE CONTROL
70090 Y 70141.

ÍNDICE

	Página
1. Potestades.....	03
2. Justificación.....	03
3. Objetivo.....	04
4. Antecedentes.....	04
5. Alcance.....	05
6. Equipo auditor.....	05
7. Descripción de los hallazgos.....	06
7.1 Condición de la sobrecapa estructural de mezcla asfáltica colocada en la Ruta 32, Sección de Control 70141	06
Hallazgo No. 1: La seguridad de la carretera está afectada por la fricción llanta-pavimento, incumpliendo el artículo 1 del Decreto 33148-MOPT que rige a partir del ocho de mayo del dos mil seis.....	07
Hallazgo No. 2: Existe un desnivel entre borde de la calzada y espaldón.....	14
Hallazgo No. 3: Presencia de desechos de material producto de la actividad de bacheo en el área del espaldón.....	16
7.2 Bacheo con mezcla asfáltica en caliente realizado en la Ruta 32, Sección de Control 70090	17
Hallazgo No. 4: La regularidad superficial de las áreas bacheadas es deficiente y afecta el confort del usuario de la vía.....	17
7.3 Análisis de la planificación realizada para la intervención de actividades de conservación en la Ruta 32 en las Secciones de Control 70141 y 70090	22
Hallazgo No. 5: La inversión realizada evidencia falta de planificación en la ejecución de los trabajos en el pavimento	23
8. Observaciones	26
Observación No. 1: Sobre las características superficiales en la sobrecapa recién construida en la Ruta 32, Sección de Control 70141 de la Zona 5 – 1.....	26
Observación No. 2: Se realizaron bacheos extensos en toda el área de la calzada.	32
9. Conclusiones	34
10. Recomendaciones	35
 <i>Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.</i>	 2

1. Potestades

Las auditorías técnicas externas a proyectos en ejecución se realizan de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante Ley 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica.

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

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

2. Justificación

La Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, en el ejercicio de su función fiscalizadora y como vigilante de la correcta inversión de los fondos públicos, ha detectado de forma reiterada la realización de bacheos extensos donde se sustituye toda la carpeta asfáltica de la calzada o de un carril, de forma manual en actividades de conservación vial, observando en cada uno de los casos, afectaciones en la regularidad superficial de los pavimentos, después de realizados los trabajos. Los trabajos de bacheo representan la mayor inversión realizada, en todas las zonas de conservación vial de los contratos vigentes actualmente, con lo cual, a criterio del equipo auditor, no se ha logrado una inversión eficiente y eficaz.

Actualmente se están colocando sobrecapas estructurales de mezcla asfáltica en la red vial nacional, con fondos del BCIE³. La colocación se realiza por los contratistas que atienden cada zona de Conservación Vial del cartel de Licitación Pública LP-01-05, de acuerdo con la ruta y sección que se le asignaron los recursos. Ésta actividad diseñada para lograr una vida útil de varios años, necesita de importantes recursos para su ejecución y es importante valorar su desempeño después de ejecutada.

³ Banco Centroamericano de Integración Económica.
Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.

La auditoría técnica, busca aportar elementos para propiciar una mejora continua en las actividades de conservación vial de la Red Vial Nacional y lograr que los encargados de velar por el cumplimiento de los requisitos del Cartel de Licitación y el manejo de los recursos, hagan cumplir con lo establecido para lograr la calidad esperada de los trabajos ejecutados.

3. Objetivos

Valorar la calidad y el desempeño de una sobrecapa estructural colocada en la Ruta 32, sección de control 70141.

Valorar la calidad y el desempeño de un bacheo extenso que se realizó en la Ruta 32, sección de control 70090, considerando las regulaciones y disposiciones vigentes en las labores de Conservación Vial.

4. Antecedentes

Actualmente se encuentran en ejecución los contratos de conservación vial iniciados en julio de 2006, con una duración de 3 años (1095 días naturales). Estos contratos, que dividen el país en veintidós (22) líneas de contratación, fueron adjudicados a empresas contratistas para realizar la conservación vial durante (2006 – 2009), mediante el proceso concursal correspondiente. Hasta diciembre del 2007, un ingeniero contratado por servicios profesionales por el CONAVI (responsable en cada zona), y varios inspectores planilla del CONAVI o del MOPT, en cada zona supervisaba los trabajos de conservación vial. En enero del 2008, se cambia el sistema de supervisión y comienzan a realizar las labores de inspección. Las Organizaciones de Inspección⁴ contratadas por el CONAVI en cada una de las zonas de conservación, se rigen por el Reglamento Para la Conformación de un Registro de Elegibles para la Contratación de los Servicios de Inspección de los Proyectos de Conservación Vial de la Red Vial Nacional, publicado en la Gaceta N° 124 del jueves 28 de junio del 2007, y fe de erratas publicado en la Gaceta N° 139 del 19 de julio del 2007.

Desde julio de 2007 las empresas contratistas, a cargo de la conservación de cada una de las 22 zonas en que se encuentran dividida la Red Vial Nacional Pavimentada, comienzan a ejecutar trabajos de rehabilitación de pavimentos en las vías, con fondos del BCIE, y en los lugares determinados por la Administración. Estos trabajos se han realizado en varios tramos de las rutas del país y son inspeccionados por las Organizaciones de Inspección, a cargo de cada una de las zonas de conservación.

Las principales actividades fiscalizadas por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, en los contratos de Conservación Vial con base en la Licitación Pública

⁴ Son las organizaciones encargadas por el CONAVI para verificar mediante la inspección, el fiel cumplimiento de los contratos de conservación vial de la Red Vial Nacional, de conformidad con los términos contractuales pactados con el contratista ejecutor de los trabajos.

LP-01-05 son: la colocación de sobrecapas de mezcla asfáltica en caliente, el bacheo de urgencia y el bacheo formal. Estas actividades son las de mayor inversión entre los renglones de pago existentes actualmente.

5. Alcance

En la gira del 10 de abril del 2008, a la Zona 1-5 programada a auditar, el equipo auditor observa colocada una sobrecapa estructural y un bacheo extenso en dos tramos distintos de la Ruta 32, determinándose realizar un estudio de las características de la carpeta de ruedo que tienen las secciones de control 70141 y 70090.

El equipo de auditoría técnica, valora las condiciones superficiales de una sobrecapa estructural recién colocada en la Sección de Control 70141, de la Ruta 32, para comprobar el comportamiento de la carpeta asfáltica y las características de rugosidad y fricción de la superficie.

Se valoró las características de la regularidad superficial con mediciones de IRI⁵ en áreas extensas de bacheo formal recientemente ejecutado, en la sección de control 70090 (Siquirres – Límite Cantonal Siquirres / Matina), Ruta 32 y las implicaciones para el confort de los usuarios que circulan con vehículos por la vía.

Se consideraron los montos de las inversiones con respecto con la calidad de la superficie y su desempeño a pocos meses de ejecutado el trabajo.

6. Equipo auditor

El equipo auditor que participó en las giras de fiscalización está conformado por:

Ing. Jenny Chaverri Jiménez MSc Eng, Coordinadora de Auditorías Técnicas.

Ing. Maria del Carmen Gallardo Mejía, Auditor aTécnica.

Ing. Pablo Torres Morales, Auditor Técnico.

Asesor Legal:

Lic. Miguel Chacón Alvarado.

⁵ IRI: Índice de regularidad superficial que determina el rango de confort al usuario al conducir por la vía. Es un parámetro definido en las metas sectoriales del Plan de Gobierno 2006-2010 con porcentajes de valores inferiores a 3 (condición buena)

7. Descripción de los hallazgos.

7.1 Condición de la sobrecapa estructural de mezcla asfáltica colocada en la Ruta 32, Sección de Control 70141.

El equipo auditor realizó una visita el 10 de abril del 2008 a la Sección de Control 70141 de la Ruta 32, Zona 5-1, donde observó exudación⁶ en el área de las huellas de los vehículos en una carpeta asfáltica recién colocada, (Fotografía No. 1). La Unidad de Auditoría Técnica solicitó a la Unidad de Laboratorios del LanammeUCR, realizar mediciones de la regularidad superficial y fricción para determinar la calidad del trabajo realizado y la influencia en la seguridad y el confort que brindan estos parámetros al usuario del tramo de vía.



Fotografía No. 1: Exudación en sobrecapa estructural colocada en el mes de diciembre 2007 y enero de 2008 en la Ruta 32, Sección de Control 70141. Fecha 10 de abril del 2008.

⁶ Es el flujo de asfalto hacia la superficie de un pavimento con carpeta asfáltica, resultando una película de asfalto sobre la superficie. Ocurre principalmente durante períodos ambientales muy calientes.
Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.

Hallazgo No. 1: La seguridad de la carretera está afectada por la fricción llanta-pavimento, incumpliendo el artículo 1 del Decreto 33148-MOPT que rige a partir del ocho de mayo del dos mil seis.

Los trabajos de colocación de la sobrecapa estructural, son ejecutados por los contratistas, que se encuentran realizando los trabajos de conservación vial en las diferentes zonas del país de acuerdo con los contratos de la Licitación Pública LP-01-2005. Son obras que requieren un diseño y que se realizan de acuerdo con la prioridad que determina la Administración y que se pagan con fondos del BCIE⁷.

En el cartel de licitación, no se especifica entre las características y parámetros a solicitar para el diseño y la construcción de las sobrecapas, la medida de la resistencia de fricción entre las llantas y la superficie del pavimento.

Es conocido a nivel mundial, acerca de la importancia de brindarle a la carretera una adecuada característica de resistencia al deslizamiento, de manera que se reduzca la posibilidad de accidentes, que pueden ser provocados por falta de agarre o de fricción de las llantas en la superficie del pavimento, a la hora de frenar o de experimentar fuerzas laterales por parte de los vehículos, cuando realizan maniobras de giro, al desplazarse a lo largo de las secciones curvas de la carretera o en el momento de frenado. Como referencia, se menciona que los análisis realizados en Canadá, han permitido correlacionar las distancias de frenado respecto a la resistencia al deslizamiento. En el Manual de Diseño Geométrico para Caminos Canadienses⁸, se establece que para velocidades entre 85 y 90 km/h, con un coeficiente de fricción de 0,8 en la carretera, se obtuvo una distancia de frenado de 65 m. Con las mismas condiciones de velocidad pero con un coeficiente de fricción de 0,25, se obtuvo una distancia de frenado de 129 m.

El Índice de Fricción fue presentado en 1995 por la PIARC (Asociación Mundial de la Carretera), como recomendación para la medida de la resistencia al deslizamiento. La medición de este parámetro permite comparar distintas condiciones de pavimento, desde el punto de vista de la seguridad ante el deslizamiento de los vehículos en condiciones de lluvia por bajos valores del coeficiente de fricción.

Con el fin de analizar la calidad de la superficie de rodamiento, se solicitó a la Unidad de Laboratorios del LanammeUCR, ensayos de coeficiente de fricción por medio del equipo "Griptester" (Fotografía No. 4), a 60 cm del borde exterior (límite con espaldón) en cada sentido de circulación. El ensayo consiste en determinar la resistencia al deslizamiento mediante una llanta parcialmente frenada, guiada en sentido del tránsito sobre una superficie a la cual se le agrega un flujo de agua, que forma una película de 0,25 mm de espesor, generando lecturas continuas del parámetro que se mide, que en este caso se denomina "Grip Number". La velocidad a la que el equipo mide este parámetro es de 50

⁷ Banco Centroamericano de Integración Económica.

⁸ Transportation Association of Canada; Geometric Design Guide for Canadian Roads, Transportation Association of Canada, 1999.

km/h. Se debe entender que entre mayor sea el coeficiente de fricción obtenido, habrá mejor agarre de las llantas con la superficie de rodamiento y en consecuencia, menor sería la distancia necesaria para que un vehículo frene, al igual que menor sería el riesgo de que se deslice hacia un lado al transitar por curvas, situación que sería más segura para el usuario.



Fotografía No. 4: Equipo Grip Tester utilizado por la Unidad de Laboratorio del LanammeUCR para la medición del Grip Number que determina la fricción entre llanta y pavimento.

El 16 de mayo del 2008, el laboratorio del LanammeUCR realizó las mediciones con el equipo GripTester 333 en la sección de Guácimo hasta el puente sobre río Pacuare en la Ruta 32, en ambos sentidos de circulación (Secciones de Control 70141 y 70130). Se obtuvieron valores de fricción cada 5 m.

Los valores de fricción mínima (línea del color morado en los gráficos) se determinan basados en la norma de ensayo BS: 7941-2:2000 y resultan de acuerdo con las características del tramo según la tabla No. 1.

Tabla No. 1: Descripción de los niveles de alerta del coeficiente de fricción medido mediante el Grip Tester.

Nombre	Dirección	Distancia (m)	Nivel	Valor mínimo
Autopista	Permanente	0	A (50)	0,48
Doble calzada	Permanente	0	B (50)	0,48
Calzada única	Permanente	0	C (50)	0,54
Intersección 2 calzada	Backward	50	D (50)	0,54
Intersección 1 calzada	Backward	50	E (50)	0,60
Intersecciones principales	Backward	100	F (50)	0,60
Pendientes 5 a 10 %	Permanente	0	G1 (50)	0,60
Pendientes > 10 %	Permanente	0	G2 (50)	0,66
Curvas < 250 m	Permanente	0	H1 (50)	0,60
Puente	Permanente	0	PT	0,50

Fuente: Norma Inglesa BS: 7941-2:2000.

Los valores de “Grip Number” obtenidos mediante el informe de laboratorio I-0421-08, son los mostrados en los gráficos No. 2 y No. 3 para cada uno de los sentidos de circulación. Los primeros 11 kilómetros del gráfico No. 2 y los últimos 11 del gráfico No. 3 pertenecen *Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.*

a la Sección de Control 70141 (donde fue colocada la sobrecapa estructural) y el resto de los valores a la Sección de Control 70130.

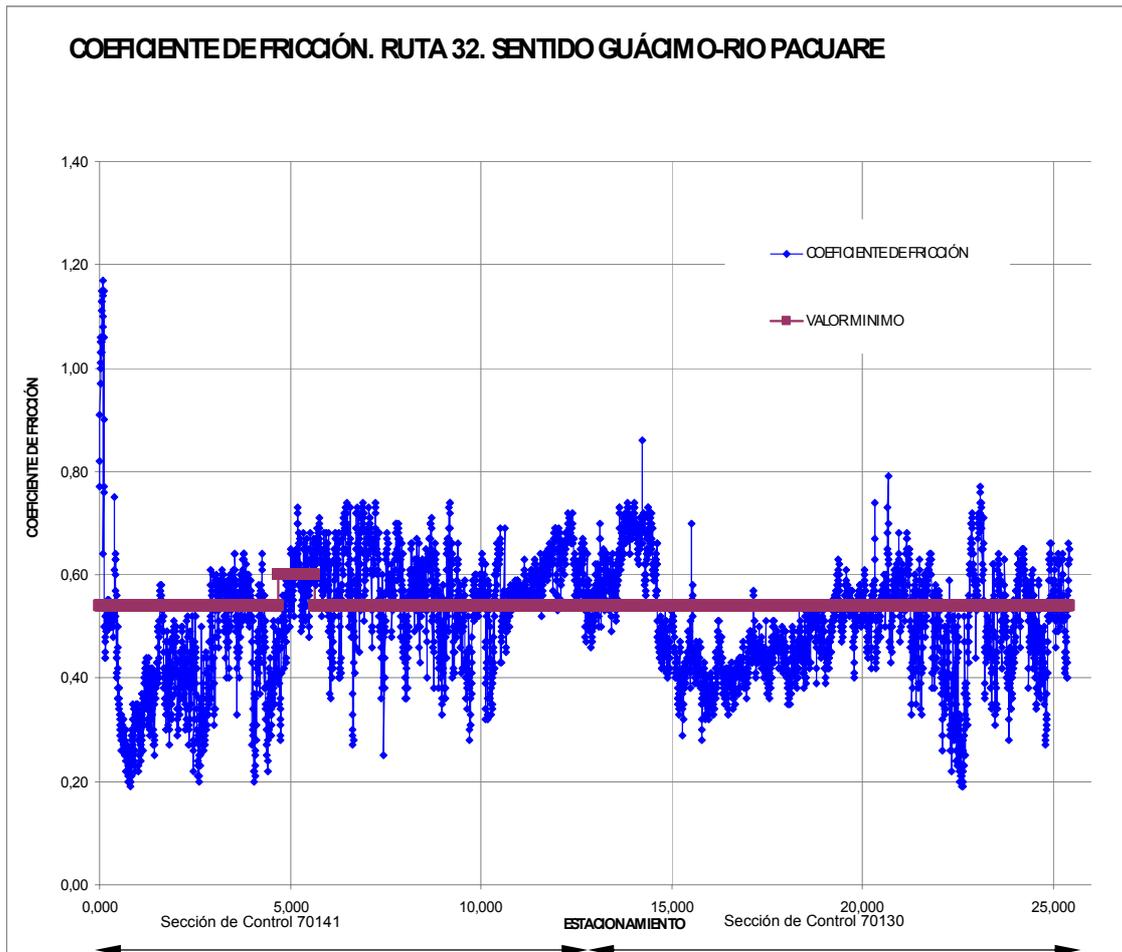


Gráfico No. 2: Mediciones cada 5 m del GripNumber (GN) con el Grip Tester en sentido Guácimo – Río Pacuare en Ruta 32, Sección de Control 70141.

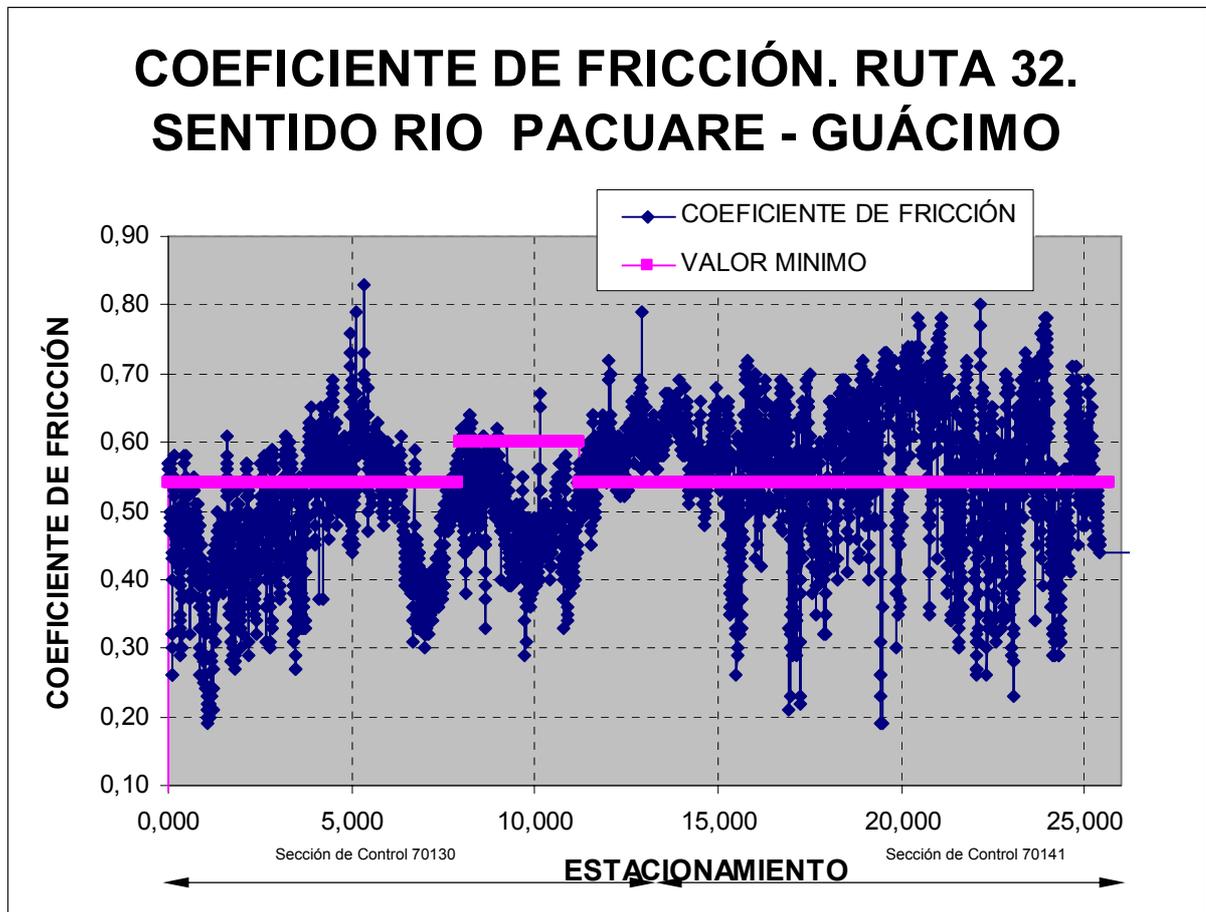


Gráfico No. 3: Mediciones cada 5 m del GripNumber (GN) con el Grip Tester en sentido Río Pacuare- Guácimo en Ruta 32, Sección de Control 70141.

Las mediciones obtenidas evidencian, tramos donde los valores están por debajo de los mínimos recomendados de acuerdo con las características de la vía (línea morada). Dos ejemplos de los tramos de varios kilómetros continuos donde hay problemas de fricción en la superficie del pavimento, se observan en los gráficos No. 4 y No. 5.

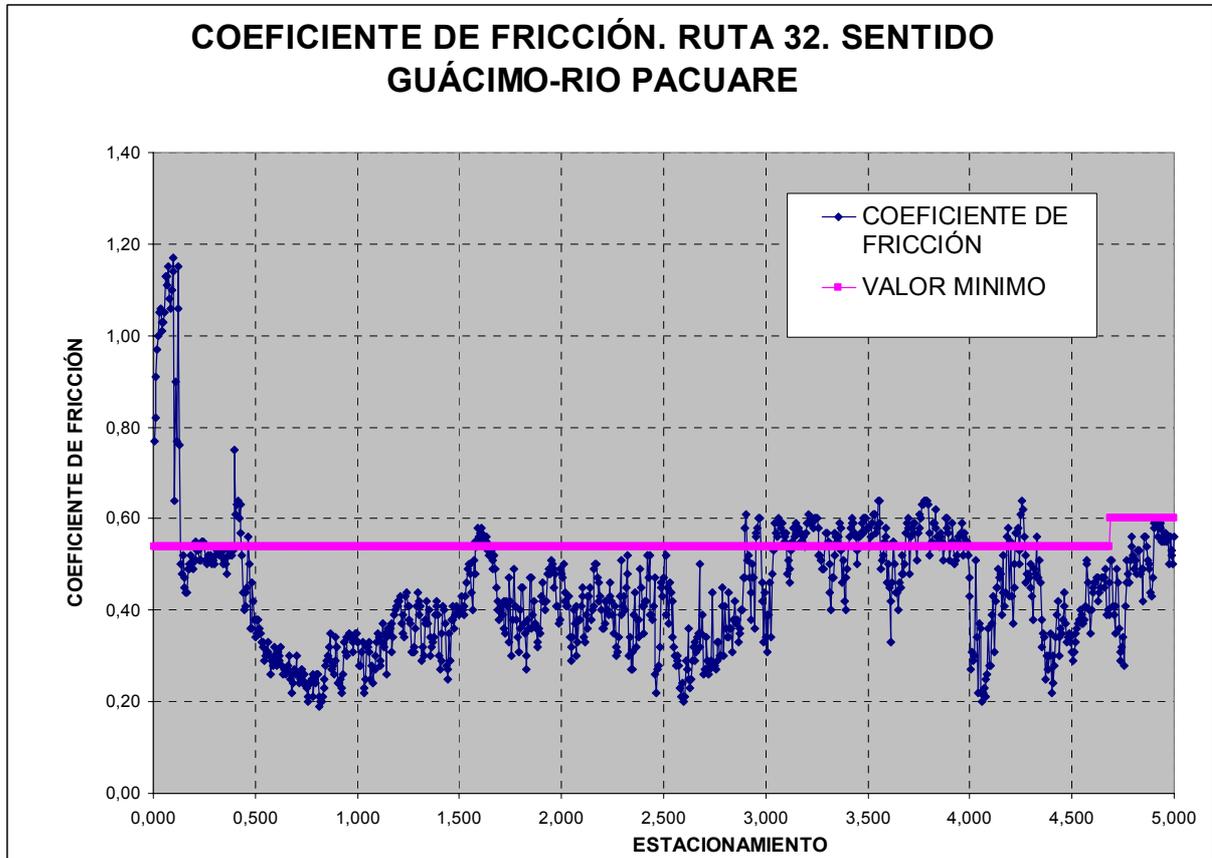


Gráfico No. 4: Mediciones del GripNumber en los primeros 5 km en el sentido Guácimo-Río Pacuare de la Ruta 32, Sección de Control 70141 donde se colocó la sobrecapa estructural.

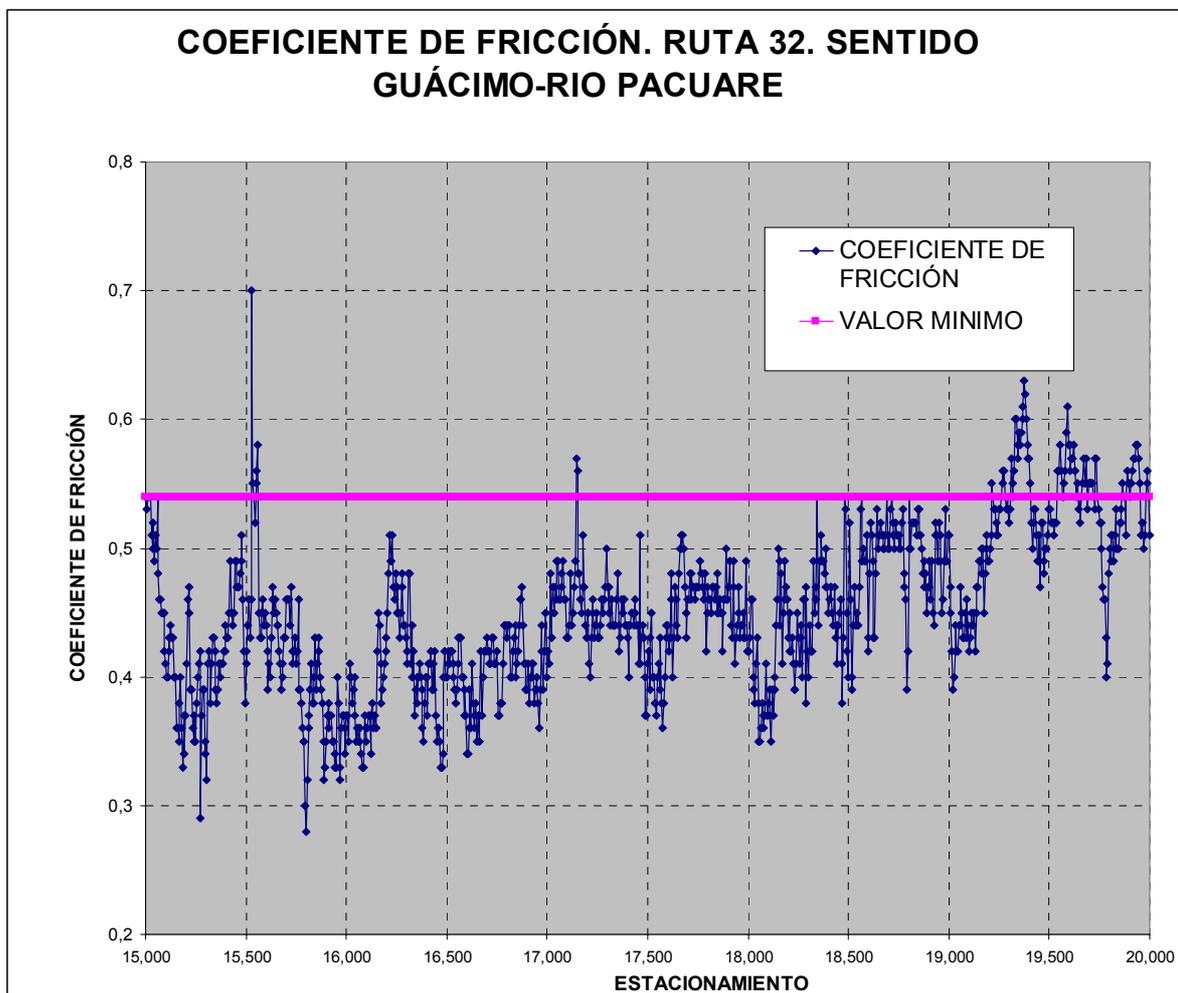


Gráfico No. 5: Mediciones del GripNumber entre los kilómetros 15 y 20, en el sentido Guácimo-Río Pacuare de la Ruta 32, Sección de Control 70130.

En los tramos mostrados, no se puede garantizar que la superficie de rodamiento, brinde una capacidad de resistencia al deslizamiento segura en caso necesario para los usuarios. La vía presenta sectores con alto riesgo de derrape o de dificultades de frenado para los vehículos.

La existencia de tramos con estas características aumenta el riesgo de accidentes para los usuarios, especialmente en condiciones de lluvia, combinándose la presencia de agua en la superficie producto del ahuellamiento y la poca fricción entre las llantas de los vehículos y la superficie; provocando la inestabilidad de los vehículos que circulan por la vía.

Este parámetro tan importante, no es un requisito establecido en el cartel de licitación de los proyectos de Conservación Vial, y no está en la valoración del seguimiento de obras de rehabilitación como es el caso de estudio, sin embargo sirve de referencia para verificar la calidad de la superficie de rodamiento en cuanto a su resistencia a la fricción y como verificador de un parámetro de seguridad (distancia de frenado).

En el Decreto Ejecutivo No. 33148-MOPT publicado en la Gaceta No. 100, del jueves 25 de Mayo de 2006 aparecen entre otros los considerando. Se cita textualmente:

“1° Que las infraestructuras de vialidad y del transporte, léase las carreteras contribuyen de manera trascendente en el desarrollo global del país y en su integración con el istmo, en los ámbitos económico, social, turístico y cultural, determinando finalmente la calidad de vida del ciudadano. De ahí que las autoridades involucradas en la materia, deben constituirse en garantes del derecho de movilidad y libertad de tránsito, en las mejores condiciones de seguridad y comodidad en aras de lograr el objetivo...”

“...12° Que un mecanismo vital para lograr esos objetivos es la aplicación de un sistema de control de calidad conocido internacionalmente como Auditorías de Seguridad Vial, que permitan la formulación e integración del componente de seguridad vial en los proyectos de obras nuevas, en el acondicionamiento de las existentes y en general en la mejora de la red vial del componente de seguridad vial;...”

El Decreto Ejecutivo mencionado indica, textualmente:

“Artículo 1° - En todas las labores de planificación y construcción de obras viales o programas de transporte y su eventual conservación, mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, mejoramiento y/o rehabilitación que realiza el Consejo Nacional de Vialidad, se deberá considerar e incorporar el componente de seguridad vial, considerando a todos los posibles usuarios de la vialidad de previo a su ejecución...”

La fricción está directamente relacionada con la distancia de frenado de los vehículos ante cualquier eventualidad de peligro, por lo que debería ser un parámetro a considerar por parte de la Administración para cumplir el decreto mencionado en obras de conservación o nuevas dentro de la Red Vial Nacional Pavimentada a cargo del CONAVI.

Es criterio del equipo auditor que la superficie de rodamiento presenta problemas de seguridad para los vehículos y los usuarios, sobretodo en condiciones climáticas lluviosas, situación que se puede incrementar en el tiempo con el paso de vehículos.

Hallazgo No. 2: Existe un desnivel entre borde de la calzada y espaldón.

En la Ruta 32, Sección de Control 70141, donde se colocó la sobrecapa estructural de mezcla asfáltica se observan desniveles entre el borde de la calzada y el espaldón. (Fotografía No. 5 y No. 6)



Fotografía No. 5: Desnivel mayor de 10 cm, entre borde de calzada y espaldón en la Ruta 32, Sección de control 70141. Se colocó la sobrecapa sin completar material necesario en espaldón para lograr su función. Fecha 10 de abril 2008.



Fotografía No. 6: Desnivel de 20 cm entre borde de calzada y espaldón que afecta la seguridad de los usuarios que transitan en vehículos por la zona en caso de necesitar utilizar el espaldón.

La realización de actividades de Conservación Vial tendientes a mejorar la capacidad estructural de la calzada, es sin duda, importante para la vida útil de los pavimentos y la mejora de índices de condición.

El incremento de los niveles de rasante de la calzada producido por la colocación de la sobrecapa, exige una atención a los elementos que forman parte del derecho de vía que pueden verse afectados por la modificación de la rasante, en especial la zona del espaldón.

Los espaldones son elementos de la vía que cumplen la función, entre otras de:

- Proveer al conductor de un espacio para recuperar la estabilidad de su vehículo en caso de necesitarlo
- Ejecutar maniobras evasivas en caso de peligro eminente.
- Para áreas de estacionamiento momentáneo por algún tipo de desperfecto mecánico del vehículo o problemas urgentes de los usuarios.
- Ayuda a la conducción del agua hacia los elementos de evacuación.

Los deterioros en el espaldón o las diferencias de nivel entre el borde de la calzada y el espaldón impiden cumplir adecuadamente sus funciones especialmente las que tienen que ver con la seguridad de los usuarios de la vía (en caso de tener necesidad de su utilización).

Al colocar una sobrecapa estructural sin realizar la nivelación correspondiente del espaldón, evidencia la poca prioridad que le da la Administración a uno de los elementos con funciones importante en las carreteras rurales, desde el punto de vista de seguridad. Por otra parte la no nivelación del espaldón con la calzada, representa un trabajo sin concluir y que se debe incluir en los trabajos a ejecutar.

En la sección transversal del tramo visitado, se observó que tiene suficiente espacio para la reparación de los espaldones de forma adecuada. Al no completar el espaldón hasta el nivel de la calzada crea, otro deterioro (desnivel entre el borde de la calzada y el espaldón).

Hallazgo No. 3: Presencia de desechos de material producto de la actividad de bacheo en el área del espaldón.

En las visitas realizadas por el equipo auditor, se observaron materiales de desecho extraídos producto de la actividad de bacheo a los lados de la vía, en el área del espaldón y que no fueron removidos durante la ejecución de los trabajos (Fotografías No. 7). Se incumple lo descrito en el renglón de pago M41(A), con respecto a la limpieza de la obra al final de los trabajos.



Fotografía No. 7: Escombros resultante de la actividad de bacheo en área del espaldón que afectan el funcionamiento de algunos elementos de la vía.

El mantener los desperdicios de mezcla asfáltica en el área del espaldón influye en:
Calidad de la superficie de ruedo en trabajos de la Ruta 32, Zona 5-1.

- La estética y limpieza de los trabajos terminados.
- La contaminación ambiental.
- El funcionamiento del espaldón.
- La seguridad de los usuarios que circulan por la vía.
- El drenaje de las aguas superficiales.

Ese material puede ser utilizado en otros proyectos donde se pueda reciclar para disminuir los costos en las inversiones. La Administración, debe tener previsión al respecto para que no constituya un desperdicio y un problema al medio ambiente y el funcionamiento integral de la carretera.

En la Disposición para la Construcción y Conservación Vial GA-04-2001 se plantea. Cita:

“En aquellas actividades que producen desechos que en su mayoría son inorgánicos, tales como el bacheo y el perfilado, no se permitirá la acumulación de los mismos en el derecho de vía salvo lo que corresponda al trabajo realizado durante el día y que sea recogido al final de la jornada. Sin embargo, los materiales de desecho producto de las labores de bacheo, se pueden colocar en sectores del derecho de vía que presenten algún tipo de deterioro, tal es el caso de entradas a casas o fincas (siempre y cuando estén en el derecho de vía) dando un acabado estético y funcional, previa autorización del Ingeniero de Proyecto.”

Se incumple la disposición antes mencionada y el Decreto Ejecutivo No. 33148, publicado en la Gaceta No. 100, del jueves 25 de Mayo de 2006 sobre la Seguridad Vial explicado en el Hallazgo No. 1 del presente informe, afectando las funciones del espaldón, la seguridad de la vía y contaminando el ambiente.

7.2 Bacheo con mezcla asfáltica en caliente realizado en la Ruta 32, Sección de Control 70090.

Hallazgo No. 4: La regularidad superficial de las áreas bacheadas es deficiente y afecta el confort del usuario de la vía.

Para verificar la regularidad superficial del tramo en estudio, se realiza una medición de IRI en ambos sentidos de circulación desde el río Pacuare hasta el río Madre de Dios. En el informe de laboratorio I-0422-08 del LanammeUCR, solicitado por la Unidad de Auditoría, se obtuvieron valores que evidencian los problemas en la regularidad superficial de la vía después de realizada la actividad de bacheo (ver gráficos No. 6 y No. 7). Se demuestra que la técnica aplicada no es correcta si se tiene en consideración el confort y el costo de los usuarios.

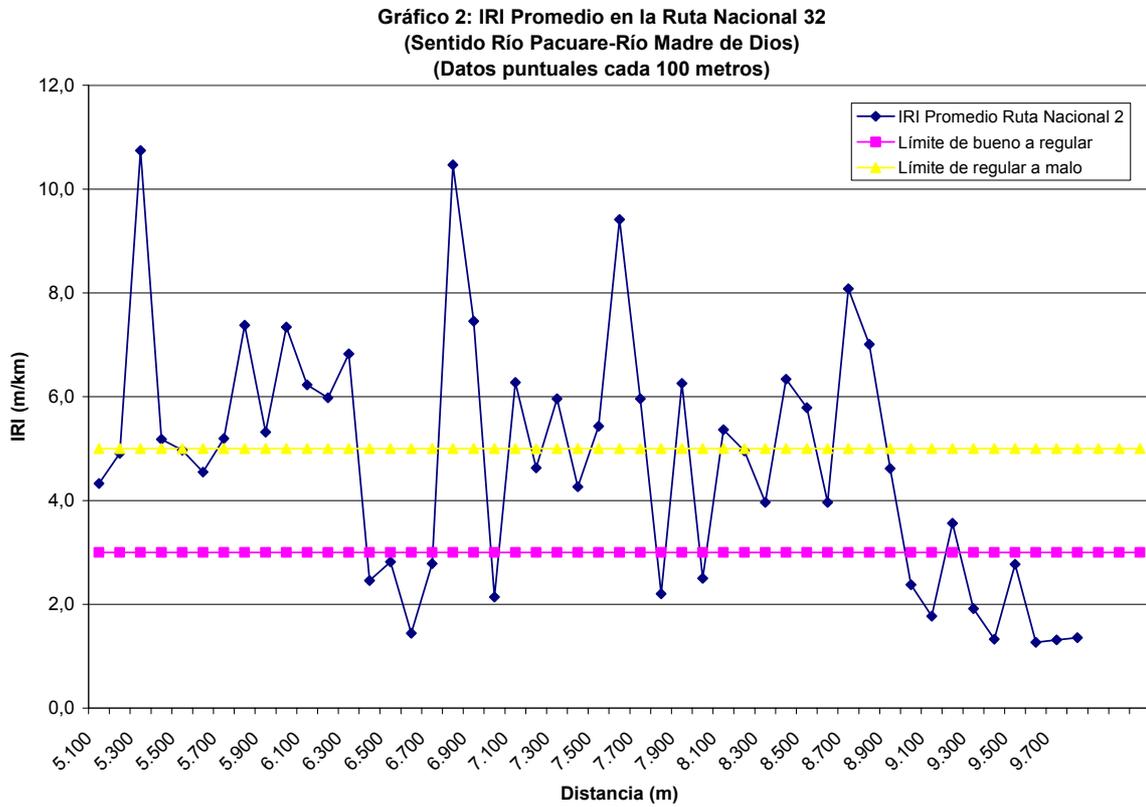


Gráfico No. 6: Gráfico del Informe I-0422-08. Mediciones de IRI cada 100 metros, en la Ruta 32, Sección de Control 70090, sentido hacia Limón, con el perfilómetro láser. Los valores están entre regular y malo en su mayoría.

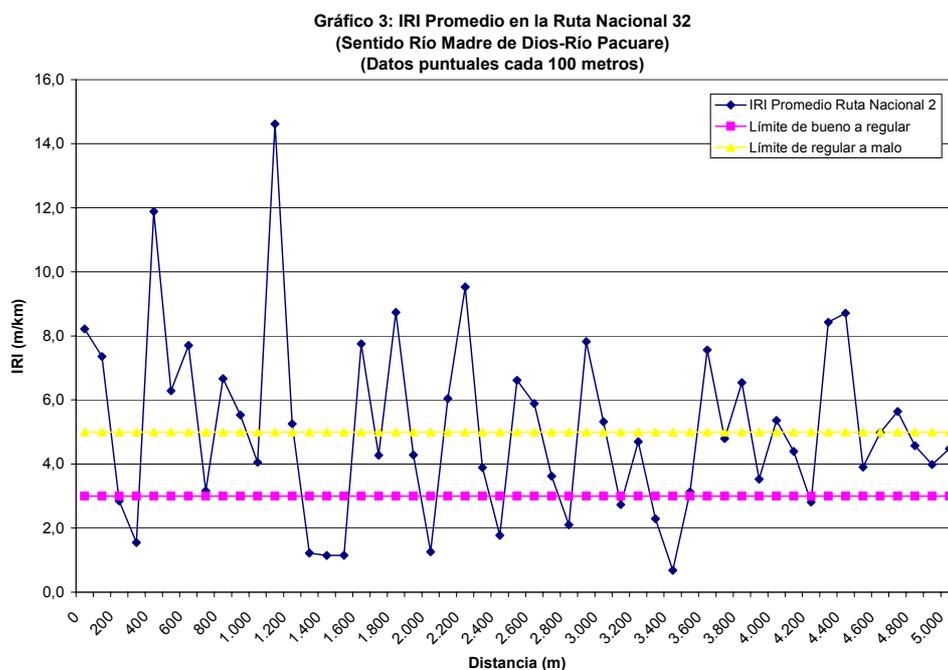


Gráfico No. 7: Gráfico del Informe I-0422-08. Mediciones de IRI cada 100 metros, en la Ruta 32, Sección de Control 70090, sentido hacia San José, con el perfilómetro láser. Los valores están entre regular y malo en su mayoría.

En los gráficos se observan los valores obtenidos de los ensayos. En su mayoría no cumplen la condición de “bueno” con respecto al parámetro de la regularidad superficial, afectando el confort de los usuarios y la depreciación de los vehículos.

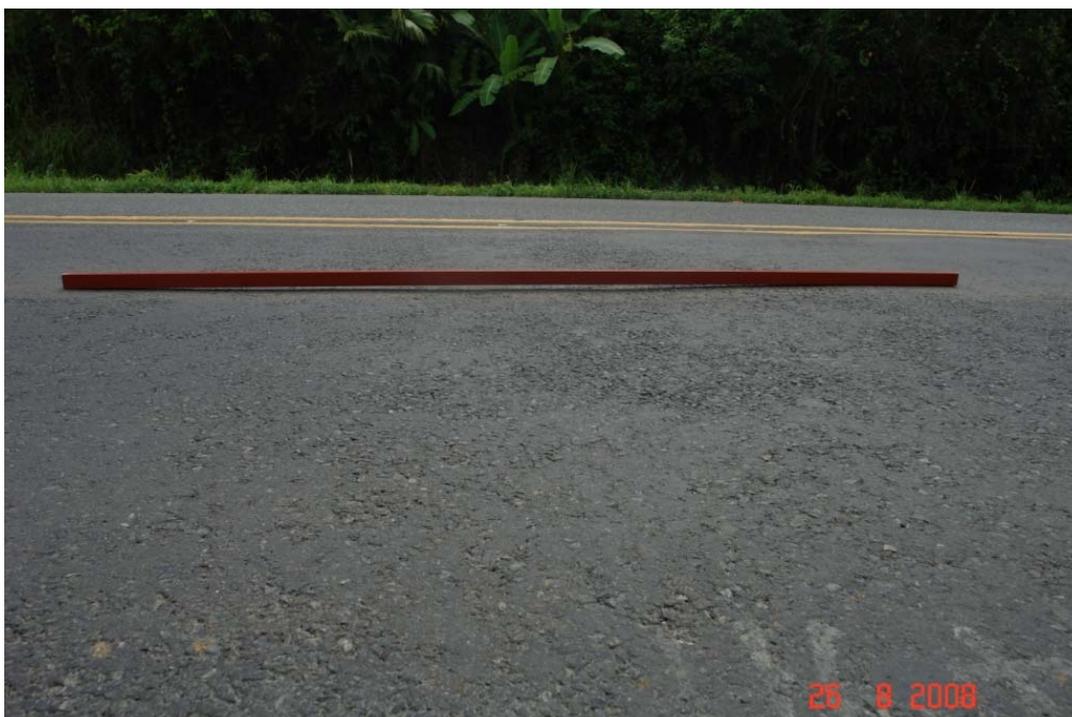
El Plan Nacional de Desarrollo Jorge Manuel Dengo Obregón, del Gobierno de Costa Rica 2006-2010 en su Eje II, Sector 1.4 Infraestructura y Transportes plantea en sus Metas Sectoriales. Cita:

- *“Incrementar de un 20% a 30% la proporción de la Red Vial Nacional Asfaltada en buenas condiciones, con índice de rugosidad (IRI) menor a 3.”*

Se evidencia que los trabajos realizados en la Sección de Control 70090 no son acorde con los requerimientos para lograr las metas propuestas, porque no se está priorizando el único parámetro técnico que se propone en el Plan Nacional de Desarrollo.

Para verificar mediante otro método, los desniveles del bacheo realizado, el equipo auditor chequeó, en varios puntos de la sección de control con la regla de 3 metros (escantillón), los desniveles en sentido transversal y longitudinal. Los valores obtenidos en

los puntos de chequeo resultaron por encima de lo permitido por las especificaciones técnicas en el momento de la ejecución. (Fotografía No. 10).



Fotografía No. 10: Verificación del equipo auditor, mediante la regla de 3 metros, el día 26 de agosto de 2008, en varias secciones de la vía en ambos sentidos de circulación. Ruta 32, Sección de Control 70090.

En el momento de la ejecución de la actividad de Bacheo Formal con Mezcla Asfáltica en Caliente M-41(A), de la MN-02-2001⁹ se plantea:

“La última capa se debe nivelar y compactar de manera que quede pareja con el pavimento circundante.”

Para lograr este requisito en el capítulo 400, sección 401.24 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-77 se establece textualmente:

“TOLERANCIAS EN LA SUPERFICIE: La carpeta deberá ser comprobada por medio de un escantillón de 3.00 metros, proporcionado por el Contratista, o algún

⁹ Disposición MN-01-2001 del MOPT-CONAVI para los diferentes renglones de pago vigentes dentro del Cartel de Licitación Pública LP-01-2005.

otro método sugerido por el ingeniero, que será aplicado tanto en sentido paralelo como en ángulos rectos a la línea centro del camino. El Contratista deberá encargar a algún empleado suyo que maneje el escantillón bajo la dirección del ingeniero, en la revisión de todas las superficies.

La variación entre la superficie y el borde de prueba del escantillón entre cualesquiera dos contactos contra la superficie, no deberá exceder de 0.50 centímetros.

Las pruebas para conformidad deberán ser hechas inmediatamente después del aplanado inicial y las variaciones deberán ser corregidas, quitando o añadiendo materiales según fuese necesario. Después se continuará el aplanado de acuerdo con lo especificado. Después del aplanado final se comprobará el alisamiento de la carpeta nuevamente y cualquier irregularidad en la superficie que exceda los límites ya mencionados y cualquier área defectuosa en cuanto a textura, compactación o composición, deberá ser corregida, incluyendo la remoción y reposición por cuenta del Contratista, del material no satisfactorio, según fuese ordenado por el ingeniero.”



Fotografía No. 11: Verificación del equipo auditor, mediante la regla de 3 metros, el día 26 de agosto de 2008, en varias secciones de la vía en ambos sentidos de circulación. Ruta 32, Sección de Control 70090.

Los valores medidos obtenidos por el equipo auditor, entre el nivel inferior y la superficie del pavimento en el punto de mayor dimensión en sentido longitudinal y transversal de la vía (un mes después de ejecutada), son de hasta 3,5 cm de altura, (Fotografía No. 11), lo que evidencia que los desniveles que se producen al realizar la actividad de bacheo, no son chequeados en el momento de la ejecución según los requerimientos técnicos.

7.3 Análisis de la planificación realizada para la intervención de actividades de conservación en la Ruta 32 en las Secciones de Control 70141 y 70090.

Observado el desempeño del pavimento analizado anteriormente, se realiza el análisis de la inversión desde el inicio de la Licitación Pública LP-01-2005, en la Sección de Control 70141, de Guácimo hasta Límite cantonal Guácimo/Siquirres, (de longitud de 10,7 kilómetros) y la Sección de Control 70090, de Siquirres hasta Límite Cantonal Siquirres / Matina, (de longitud de 12,75 kilómetros).

Los pagos se realizaron mediante los renglones de pago determinados en la Licitación Pública LP-01-2005 y los fondos del BCIE en el caso de una parte de la sobrecapa en la Sección de Control 70141. (Tablas No. 2 y No. 3)

Tabla No. 2: Detalle de los costos de las actividades de bacheo y mezcla asfáltica en caliente en la Ruta 32, Secciones de Control 70141 por mes de pago durante la vigencia del cartel de Licitación Pública LP-01-2005 hasta abril de 2008.

Sección de Control	Actividad	Fecha	Toneladas	Precio (colones)	
70141	M-41(A)	Bacheo formal	Agosto 06	1.144,50	43.824.358,94
			Sept. 06	883,8	33.841.736,05
			Oct. 06	1.018,05	38.982.325,62
			Nov. 06	1.484,3	56.835.583,63
			Dic.06	605,39	23.181091,41
			Dic.06	1.123,52	43.020.895,32
			Enero 07	1.448,24	55.454.804,04
			Feb. 07	1.439,63	55.125.117,07
			Mayo 07	717,98	27.492.294,24
	Subtotal			9.865,41	377.758.206,00
	M-45(A)	Pavimento Bituminoso	Mayo 07	5.535,41	168.465.608,96
			Junio 07	3.057,76	93.060.387,66
			Dic. 07*	5.402,57	164.422.733,82
			Enero 08*	4.722,61	143.728.715,58
	Subtotal			18.718,35	569.677.446,00
Total Sección de Control 70141			28.583,76	947.435.652,00	

Fuente: Estimaciones de pago. Zona 5-1. CONAVI.

* Pagado mediante fondos del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE)

Tabla No. 3: Detalle de los costos de las actividades de bacheo y mezcla asfáltica en caliente en la Ruta 32, Secciones de Control 70090 por mes de pago durante la vigencia del cartel de Licitación Pública LP-01-2005 hasta abril 2008.

Sección de Control	Actividad	Fecha	Toneladas	Precio	
70090	M-41(A)	Bacheo formal	Junio 07	2.131,88	81.632.179,50
			Julio 07	3.338,19	127.823.200,78
			Agosto 07	2.963,78	113.486.603,82
			Octubre 07	151,00	5.781.966,67
			Nov. 07	351,44	13.457.048,78
			Enero 08	1.060,02	40.589.406,02
			Febrero 08	1.488,64	57.001.767,31
			Marzo 08	1.512,31	57.908.119,30
	Abril 08	1.026,47	39.304.737,27		
	Subtotal			14.023,67	536.982.731
	M-41(D)	Bacheo de Urgencia	Enero 07	23	977.834,22
			Abril 07	16,56	703.123,52
			Enero 08	15,56	660.664,37
	Subtotal			55,15	2.341.622,12
	M-45(A)	Pavimento Bituminoso	Octubre 07	2.500,78	76.109.163,65
			Dic. 07	562,14	17.108.264,32
			Dic. 07	430,45	13.100.388
	Subtotal			3493,37	106.317.816
	Total Sección de Control 70090			17.572,19	645.642.169

Fuente: Estimaciones de pago. Zona 5-1. CONAVI.

Hallazgo No. 5: La inversión realizada evidencia falta de planificación en la ejecución de los trabajos en el pavimento.

En el análisis de la inversión de la Sección de Control 70141(longitud 10,7 km), desde el comienzo del Cartel de Licitación Pública LP-01-05 Julio 2006 hasta abril de 2008, sólo en las actividades con mezcla asfáltica en el pavimento (bacheo formal, bacheo de urgencia y pavimento bituminoso en caliente). Se han colocado un total de 28.584 toneladas de mezcla asfáltica (más o menos 1500 vagonetas de mezcla asfáltica), para un valor total (sin considerar reajustes) de ¢ 947.435.652,00 (Novecientos cuarenta y siete millones, cuatrocientos treinta y cinco mil seiscientos cincuenta y dos colones). Tabla No. 2.

En la Sección de Control 70090 (longitud de 12,75 kilómetros), donde se realizó el bacheo formal indicado anteriormente, se han colocado 17.572 toneladas con un costo (sin considerar reajustes) de ¢ 645.642.169 (seiscientos cincuenta y un millones cuatrocientos veinte y ocho mil quinientos cincuenta y cinco colones) durante los meses de Junio 2007 hasta la fecha de cierre del análisis, (abril 2008). El monto anterior sólo representa las actividades relacionadas con mezcla asfáltica, realizadas en el pavimento como se puede observar en la tabla No. 3.

En ambas secciones se evidenciaron problemas en algunos parámetros de la superficie de ruedo que influyen en la seguridad y confort de los usuarios que circulan por la carretera.

La inversión ha sido elevada, dedicándose un promedio de 70.000.000/km (Setenta millones de colones por kilómetro), al sumar las dos Secciones de Control en un año y medio. El dinero destinado a las actividades realizadas, en las Sección de Control 70090 y 70141 en un año y medio, equivalen a haber colocado 52.350 toneladas de mezcla asfáltica, si el dinero se utilizara mediante la actividad de Pavimento Bituminoso en Caliente (M-45 A). Esta inversión sería la misma que para una sobrecapa estructural de 14 centímetros de espesor en todo el ancho de la calzada (7 m), en toda la longitud de ambas secciones de control (23 kilómetros).

En ambas secciones se trabajó casi todos los meses en actividades de conservación del pavimento durante un período prolongado de tiempo lo que evidencia falta de planificación de las actividades ejecutadas.

En los gráficos No. 8 y No. 9 se observa que las secciones de control han sido intervenidas casi todos los meses durante el período analizado, lo que evidencia falta de planificación de los trabajos. El bacheo es una actividad dentro del mantenimiento rutinario que debe efectuarse de manera continúa, pero a criterio del equipo auditor, no debe realizarse en una misma sección todos los meses. Se observa además que una misma sección de control es intervenida con diferentes técnicas incluso en un mismo mes.

La inversión no ha sido efectiva ya que los indicadores analizados lo evidencian. Existe falta de confort para el usuario que transita por la vía en la Sección de Control 70090 y falta de seguridad en la Sección de Control 70141.

El análisis de la condición del pavimento, la determinación de la causa que provoca el deterioro y la determinación de la acción a ejecutar más efectiva, obtenida de acuerdo con un análisis de la eficiencia de los trabajos a realizar (análisis costo-beneficio), deben estar determinadas por una metodología que la Administración debe definir, para lograr que cada dirección de las Organizaciones de Inspección de la zona, realice el trabajo adecuado en cada momento de la planificación y ejecución de los trabajos de conservación que están dentro del cartel de licitación vigente u otros que se encuentren bajo su supervisión.

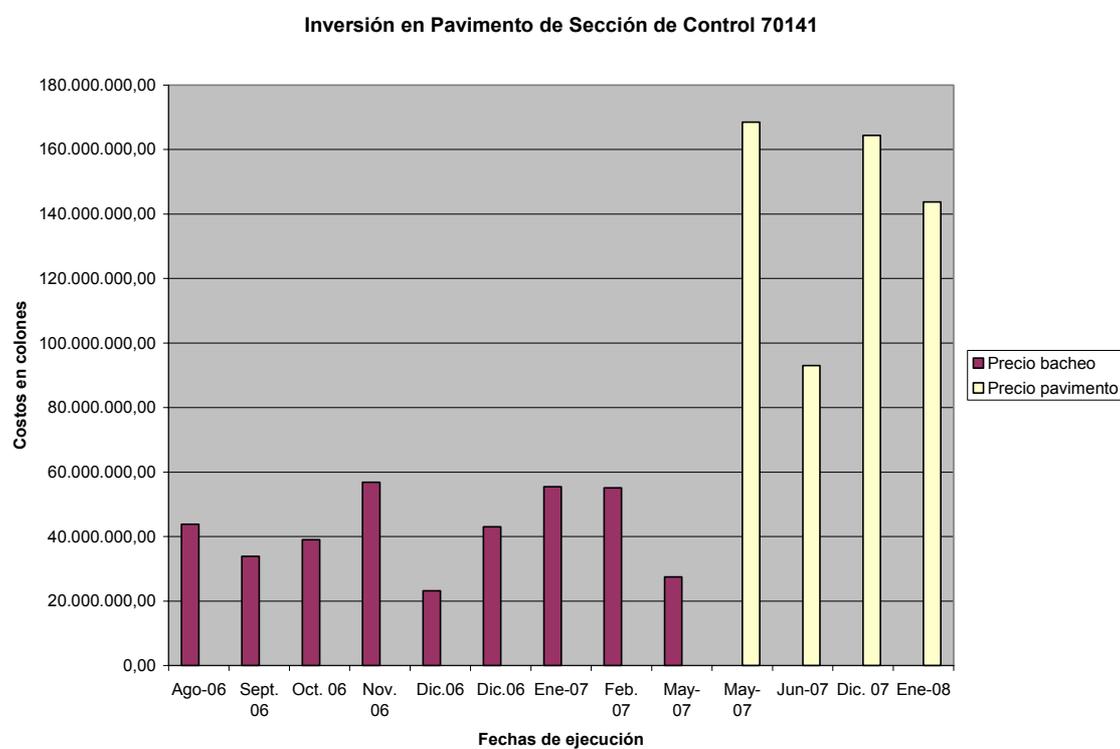


Gráfico No. 8: Costos por meses según estimaciones pagadas sin considerar reajustes. Se observa el mismo tipo de intervención (Bacheo formal) aplicado durante meses consecutivos, en la Sección de Control 70141 de la Ruta No. 32.

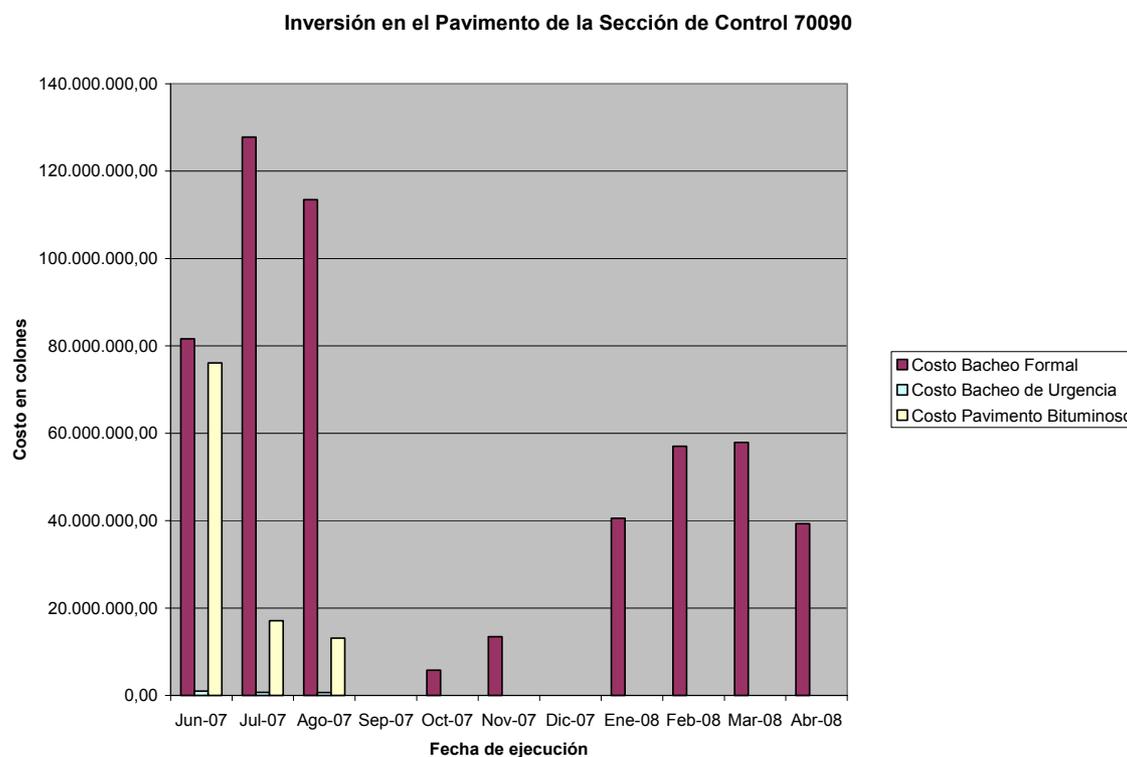


Gráfico No. 9: Costos por meses según estimaciones pagadas sin considerar reajustes. Se observa el mismo tipo de intervención (Bacheo formal) aplicado durante meses consecutivos, en la Sección de Control 70090 de la Ruta No. 32.

La ausencia de un Sistema de Administración de Carreteras en donde deben realizarse todos los análisis necesarios para una adecuada intervención, comenzando con una planificación acertada de la forma más económica de intervenir las secciones de las rutas de la Red Vial Nacional, en el momento oportuno y lugar adecuado es fundamental para lograr que los trabajos sean efectivos y eficaces.

8. Observaciones.

Observación No. 1: Sobre las características superficiales en la sobrecapa recién construida en la Ruta 32, Sección de Control 70141 de la Zona 5-1.

Las comprobaciones de regularidad superficial, se realizaron mediante los ensayos del laboratorio utilizando el perfilómetro láser, determinando el valor de IRI cada 100 m. El IRI es utilizado mundialmente como parámetro de aceptación de trabajos en la superficie de la vía. Este parámetro representa la magnitud y la frecuencia de las irregularidades

verticales presentadas a lo largo de la vía, y que se traducen para el usuario en la confortabilidad percibida al transitar la vía.

De acuerdo con el Sistema Internacional de medidas, las unidades utilizadas son m/km. Estas unidades indican la longitud de las irregularidades verticales medidas en metros a lo largo de un kilómetro.

Para un pavimento recién construido, los principales motivos que pueden causar estas irregularidades, obedecen a prácticas constructivas que promueven distorsiones respecto a un plano horizontal totalmente liso.

A la hora de evaluar una obra, el IRI constituye uno de los parámetros más importantes de verificar, ya que la magnitud de las diferencias en el plano horizontal imaginario ideal, influye en la seguridad, en la confortabilidad del usuario y en los costos de operación vehicular (tales como aumento en el consumo de combustible, repuestos del vehículo, etc).

Los resultados de los valores de IRI, medidos cada 100 m, fueron dados en el informe I-0348-08 del LanammeUCR (Ver una parte de los resultados en el Gráfico No. 1).

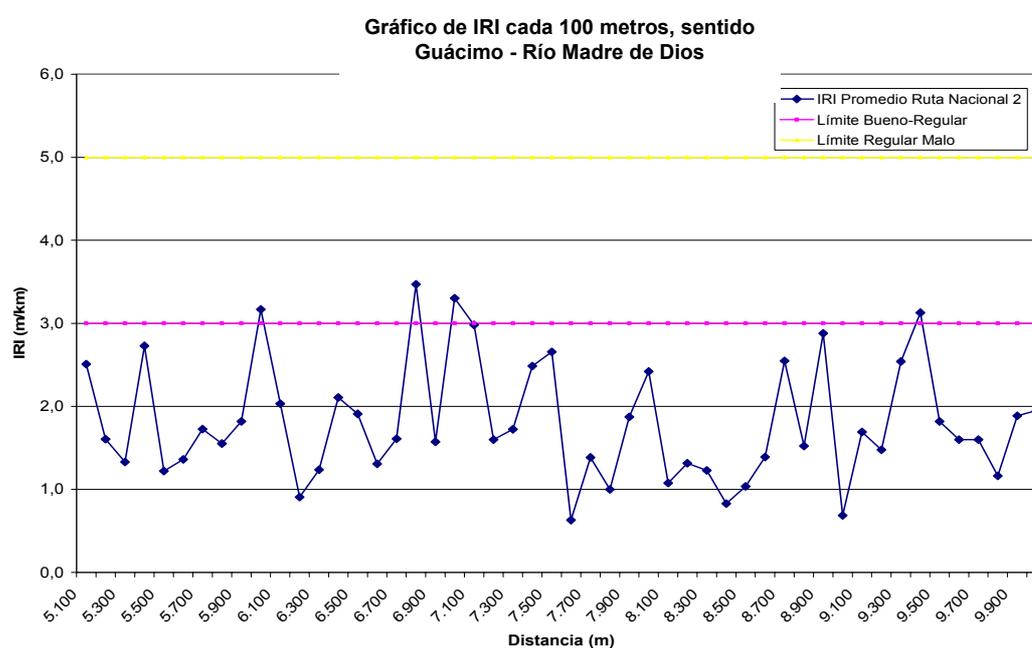


Gráfico No. 1: Resultados de las mediciones con el Perfilómetro Laser. IRI cada 100 metros en un tramo en sentido Guácimo – Río Madre de Dios.

Las mediciones realizadas, indican que los valores de forma individual cumplen con un estado bueno, ya que en su mayoría los valores son inferiores a 3 m/km, lo que equivale a una buena condición inicial y cumple con los requisitos previstos en el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2009, del Gobierno.

La colocación de la sobrecapa con pavimentadora, ayuda a obtener valores de IRI aceptables. En el caso de estudio se observó buena regularidad superficial de la sobrecapa estructural.

Otro de los parámetros chequeados fue el ahuellamiento longitudinal o roderas¹⁰. Para chequear este parámetro, se midió en varios sitios de la sección de control 70141 (donde se colocó la sobrecapa estructural).

La medición se realizó colocando la regla de 3 metros transversalmente en el sitio donde el equipo auditor hizo las comprobaciones (Fotografía No. 2). En el ahuellamiento se mide la diferencia de nivel entre el borde inferior de la regla y la superficie del pavimento.



Fotografía No. 2: Medición de ahuellamiento longitudinal con la regla de 3 metros en la sobrecapa de mezcla asfáltica colocada en la Ruta 32, Sección de Control 70141.

¹⁰ Surcos que pueden desarrollarse sobre un pavimento en las huellas de las ruedas por donde circulan los vehículos.

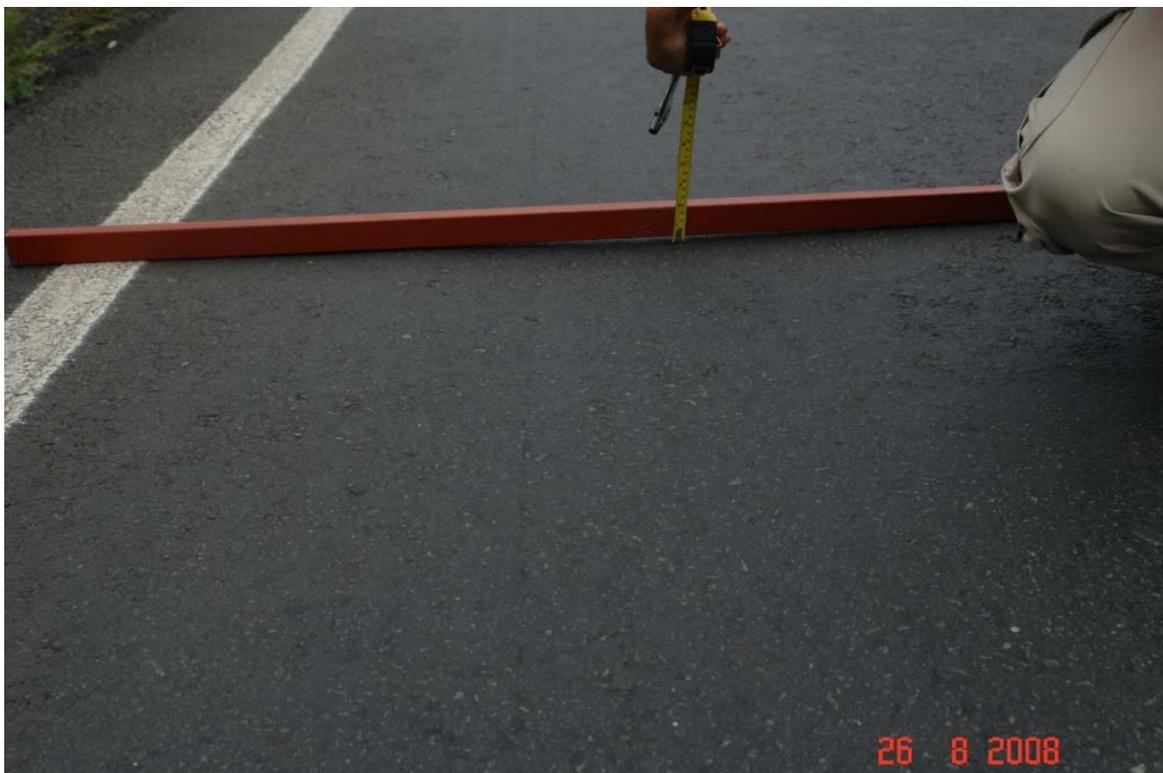
En el momento de la construcción del pavimento, es requisito medir el ahuellamiento de acuerdo con lo descrito en el capítulo 400, sección 401.24 de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-77 donde se establece textualmente:

“TOLERANCIAS EN LA SUPERFICIE: La carpeta deberá ser comprobada por medio de un escantillón de 3.00 metros, proporcionado por el Contratista, o algún otro método sugerido por el ingeniero, que será aplicado tanto en sentido paralelo como en ángulos rectos a la línea centro del camino. El Contratista deberá encargarse a algún empleado suyo que maneje el escantillón bajo la dirección del ingeniero, en la revisión de todas las superficies.

La variación entre la superficie y el borde de prueba del escantillón entre cualesquiera dos contactos contra la superficie, no deberá exceder de 0.50 centímetros.

Las pruebas para conformidad deberán ser hechas inmediatamente después del aplanado inicial y las variaciones deberán ser corregidas, quitando o añadiendo materiales según fuese necesario. Después se continuará el aplanado de acuerdo con lo especificado. Después del aplanado final se comprobará el alisamiento de la carpeta nuevamente y cualquier irregularidad en la superficie que exceda los límites ya mencionados y cualquier área defectuosa en cuanto a textura, compactación o composición, deberá ser corregida, incluyendo la remoción y reposición por cuenta del Contratista, del material no satisfactorio, según fuese ordenado por el ingeniero.”

La rodera o ahuellamiento medio obtenido por el equipo de auditoría, es de 10 mm de profundidad. El ahuellamiento es considerado un deterioro y los resultados de las mediciones refleja que existe el inicio de un deterioro de la carpeta asfáltica, pocos meses después de construida la sobrecapa. (Fotografía No. 3)



Fotografía No. 3: Medidas del ahuellamiento longitudinal medido con regla de 3 metros, con valores medios en el borde exterior de los carriles es de 10 mm.

Las causas que pueden estar provocando el ahuellamiento generalizado en el lugar donde circulan los vehículos puede estar influenciada, en pavimentos asfálticos nuevos, (como lo es en el caso de estudio y como lo explica la bibliografía consultada), por baja compactación durante su construcción, o como resultado del movimiento plástico de la mezcla que tiene muy poca estabilidad para resistir el tráfico.

Al observar la exudación en la superficie de la mezcla, en la gira realizada por el equipo auditor, la posibilidad de la inestabilidad de la mezcla asfáltica tiene una mayor probabilidad en este caso. La inestabilidad de la mezcla puede ser causada, entre otras, por problemas de diseño de la mezcla asfáltica, exceso de asfalto dentro de la mezcla y exceso de arena de tamaño medio agregado redondeado.

En el Manual del Instituto del Asfalto¹¹ donde se contemplan las propiedades consideradas en el diseño de mezclas asfálticas, entre otras la estabilidad, se menciona lo siguiente:

¹¹ Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente. Serie de Manuales, No. 22 (MS-22). Instituto del Asfalto.

“La estabilidad de un asfalto es su capacidad para resistir desplazamiento y deformación bajo cargas del tránsito. Un pavimento estable es capaz de mantener su forma y lisura bajo cargas repetidas; un pavimento inestable desarrolla ahuellamientos (canales), ondulaciones (corrugación y otras señas que indican cambios en la mezcla...”

...La fuerza ligante de la cohesión aumenta con aumentos en la frecuencia de carga (tráfico). La cohesión también aumenta a medida que la viscosidad del asfalto aumenta, o a medida que la temperatura del pavimento disminuye. Adicionalmente, y hasta cierto nivel, la cohesión aumenta con aumentos en el contenido de asfalto. Cuando se sobrepasa este nivel, los aumentos en el contenido de asfalto producen una película demasiado gruesa sobre las partículas de agregado, lo cual resulta en pérdidas de fricción entre partículas.”
Cita textual.

La estabilidad es una de las propiedades consideradas en el diseño de la mezcla asfáltica, que depende de la fricción entre agregados y la cohesión interna (que resulta de la capacidad ligante del asfalto). En el párrafo anterior, se plantea que la viscosidad del asfalto y de la temperatura del pavimento influyen en la cohesión, por lo que influyen en la estabilidad de la mezcla asfáltica. Existe mucha variedad de causas y efectos asociados a la inestabilidad de las mezclas asfálticas en el pavimento, pero algunas de ellas más frecuentes se presentan en la tabla No. 1.

Tabla No. 1: Causas y efectos de inestabilidad de la mezcla asfáltica en el pavimento.

Causas	Efectos
Exceso de asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahuellamiento, y afloramiento o exudación.
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla	Baja resistencia durante la compactación y posteriormente durante un cierto tiempo; dificultad para la compactación.
Agregado redondeado sin, o con pocas superficies trituradas.	Ahuellamiento y canalización.

Fuente: Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente. Serie de Manuales No. 22. (MS-22)

Es recomendable que para diferentes zonas climáticas en un país, se trabaje con distintos diseños de mezcla asfáltica para diferentes tipos de asfaltos, ya que como se observó anteriormente, la dureza del asfalto y las temperaturas de la zona influyen en la estabilidad de la mezcla. Esta situación puede estar influenciada por la estabilidad de la mezcla asfáltica, provocando los deterioros aparecidos en la sobrecapa de forma prematura.

Según lo observado por el equipo auditor y las mediciones realizadas, se puede concluir que existe inestabilidad de la mezcla asfáltica de forma prematura que se evidencia por la exudación y el ahuellamiento longitudinal que presenta la sobrecapa recién colocada.

Observación No. 2: Se realizaron bacheos extensos en toda el área de la calzada.

En la visita del equipo auditor a la Ruta 32, Zona 5-1, Sección de Control 70090 (Siquirres – Límite Cantonal Siquirres / Matina (río Madre de Dios) se observaron extensas áreas donde la carpeta asfáltica fue removida y sustituida por mezcla asfáltica colocada manualmente, en todo el ancho de la calzada y en grandes longitudes lo que evidencia un bacheo extenso (Fotografía No. 8). La definición del trabajo a realizar, como se ha mencionado en otros informes anteriores de la Unidad de Auditoría del LanammeUCR, queda a criterio del ingeniero del proyecto encargado de la inspección, ya que no hay una metodología o procedimiento que debe seguir para determinar la acción a realizar.



Fotografía No. 8: Actividad de bacheo realizados en toda el área de la calzada en la Ruta 32, Sección de Control 70090, los días 25 y 26 de marzo del 2008, antes de la visita del equipo auditor, el día 10 de abril de 2008.

En el cartel de licitación LP-01-05 vigente, la actividad de bacheo se encuentra en el mantenimiento rutinario y plantea el bacheo como una reparación menor y localizada del pavimento. El bacheo es puntual y lo que se ejecuta, en el caso observado en la visita a criterio del equipo auditor, es otra actividad (sustitución y colocación manual de carpeta asfáltica), que por su extensión resulta difícil lograr homogeneidad y uniformidad en la mezcla y la superficie.

En este caso se observa un corte, posiblemente realizado con la perfiladora, en todo el borde del carril por lo que se debió considerar la colocación de la mezcla con pavimentadora para lograr las ventajas que brinda con respecto a la colocación manual.



Fotografía No. 9: Segregación de la mezcla asfáltica. Se observa lugares donde la superficie tiene una textura fina y otra con mayoría de agregado grueso que evidencia segregación. Fotografía del 10 de abril de 2008.

Se observa segregación del agregado e irregularidades, en la superficie de la mezcla asfáltica colocadas de forma manual en áreas extensas, que afectan la duración de la inversión por lo que resultan ineficientes, Ver fotografía No. 9.

El bacheo al colocarse de forma manual en grandes extensiones, puede tener los siguientes inconvenientes:

- Segregación de la mezcla que afecta la durabilidad por penetración del agua en los lugares donde la mezcla asfáltica es más abierta, con altos porcentos de huecos.
- Densidad inapropiada en la mezcla asfáltica producto de pérdida de temperaturas en el proceso de colocación que afectan la compactación y a la vez la vida útil de la mezcla.
- Irregularidad superficial que afecta el confort y el costo de los usuarios.
- Un mayor tiempo de duración de la realización de la actividad en comparación con perfilado y colocación de carpeta con equipos idóneos para la extensión a reparar ocasionando mayores molestias en el tránsito a los usuarios, por mayor período de tiempo.

9. Conclusiones.

Analizados los elementos descritos en este informe y de conformidad con los hallazgos y las observaciones consignadas, se concluye lo siguiente:

1. Se observan problemas en el desempeño de las obras ejecutadas con una alta inversión mediante las actividades de Conservación Vial de la Red Vial Nacional Pavimentada, y estudiadas en el informe. Existen parámetros mínimos que se deben exigir para montos elevados de inversión, ya que la duración y efectividad de esos trabajos dependen de la calidad en la ejecución.
2. Se incumplen por parte del contratista las especificaciones técnicas de la MN-02-2001 y del CR 77, con respecto con la calidad de la superficie en actividades con mezcla asfáltica en el momento de la ejecución de los trabajos de bacheo formal.
3. No existe una adecuada planificación de las actividades valoradas en este informe, por el alto costo que ha significado y los problemas que ya presentan las superficies intervenidas. Se evidencia la ausencia de un Sistema de Administración de Carreteras en el manejo de los recursos de forma eficiente para lograr la calidad requerida.
4. Al igual que en otros informes en los cuales se han visto bacheos manuales extensos, se observa que, los criterios que se están aplicando para la selección de zonas de bacheo, permiten intervenir grandes áreas de la superficie de ruedo, realizándose una sustitución de toda la carpeta, lo cual por su extensión y forma de colocación resultan ser intervenciones poco efectivas, de alto costo de

operación para los usuarios (por los problemas de regularidad superficial y productividad), con una inversión elevada e ineficaz.

10. Recomendaciones.

Corresponde a la Administración activa evaluar la conveniencia de:

1. Dado que el coeficiente de fricción presenta valores que indican condición de inseguridad en casi toda la Sección de Control 70141 (sobrecapa estructural), y existen tramos con exudación en el pavimento, se recomienda revisar la posible reparación de la superficie, valorando la garantía del trabajo realizado por parte del contratista en caso de defectos en la construcción o supervisión.
2. Esta auditoría considera importante que la Administración incluya en futuros carteles de licitación de los proyectos de Conservación Vial y otros trabajos, parámetros de la superficie de ruedo que se deben cumplir en el momento de la ejecución de los trabajos por muy pequeños que sean para lograr que resulten trabajos con condiciones ó características seguras y de confort que cumplan con el Decreto Ejecutivo No. 33148.
3. Orientar la ejecución de los trabajos en función de lograr la calidad y efectividad necesaria. El procedimiento puede ser, mediante metodologías que guíen los procesos de conservación vial y permitan a la ingeniería de proyecto seleccionar las alternativas de intervención más efectivas.
4. Considerar en los trabajos del pavimento (principalmente las sobrecapas), donde se producen desniveles entre la calzada y el espaldón, la posibilidad de nivelarlos, para evitar los peligros que se generan para los usuario que transitan por la carretera y lograr las funciones de ambos elementos.

Firmas del equipo auditor

Ing. Jenny Chaverri Jiménez. Msc. Eng.
Coordinadora de Auditorías Técnicas
LanammeUCR

Ing. María del Carmen Gallardo Mejía
Auditora LanammeUCR

Ing. Pablo Torres Morales
Auditor LanammeUCR

Visto bueno de control de legalidad

Lic. Miguel Chacón Alvarado.
Asesor Legal externo
Auditorías Técnicas
LanammeUCR