

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-PI-PV-AT-39-05
MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N° 34,
BARÚ – PIÑUELA – PALMAR NORTE, SECCION N° 1:
BARÚ PIÑUELA (TRABAJOS FINALES).
LPCO-047-2002**

RESUMEN EJECUTIVO

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-PI-PV-AT-39-05
MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°34,
BARÚ – PIÑUELA – PALMAR NORTE, SECCION N° 1: BARÚ
PIÑUELA (TRABAJOS FINALES).
LPCO-047-2002

**RESUMEN EJECUTIVO DEL INFORME DEL AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.
MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°34,
BARÚ – PIÑUELA – PALMAR NORTE, SECCION N° 1: BARÚ PIÑUELA (TRABAJOS
FINALES).
LPCO-047-2002.
REALIZADO POR: AUDITORÍA TÉCNICA DEL LABORATORIO NACIONAL DE
MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA
RICA.**

1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO VIAL CONTRATADO.

De acuerdo con el cartel de licitación, el proyecto se localiza en la provincia 6, cantones 605, Osa y 606, Aguirre, distritos 605-02, Palmar, 605-04, Bahía Ballena y 606-02, Savegre. Inicia en el poblado de Barú y finaliza en Palmar Norte. El proyecto tiene una longitud a intervenir de 28.2 kilómetros.

La carretera previo al inicio del contrato presentaba en su superficie de ruedo una capa de sello a lo largo y ancho de la misma. En la sección comprendida entre el kilómetro 0+000 y 8+667 se encuentra colocada una primera capa de pavimento bituminoso.

El proyecto fue adjudicado a la Constructora Hernán Solís RL y de acuerdo con el cartel de licitación, entre los trabajos a realizar, se describen los siguientes:

- Mantenimiento de terrazas existentes, relleno con material de préstamo, colocación de subbase y base estabilizada con cemento Pórtland, colocación de una capa asfáltica de 7 cm de espesor, obras para canalización de aguas de lluvia, gaviones, geotextiles, baranda de guardacamino, demarcación horizontal y vertical del camino. Se incluyó además la demolición y construcción de la losa del puente sobre el río Morete.

El monto original del contrato para este proyecto es de US\$ 4.101.281,80 dólares y el plazo para la finalización de las obras era de 180 días calendario, el cual no incluía días no laborables por malas condiciones climáticas. La fecha de inicio de este proyecto fue el 12 de enero del 2004 y debía finalizar el 9 de julio del 2004.

2. ALCANCE DE ESTA AUDITORÍA TÉCNICA.

Este informe comprende la revisión de aspectos relativos a la planificación previa a la contratación, control del plazo, seguridad vial y tramitación de estimaciones de pago, así como resultados de desempeño realizados por el LANAMME.

3. RESUMEN DE HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

1. No se realizaron estudios previos para concluir esta etapa final del proyecto, se parte de un juego de planos de una contratación anterior y no se incluye la reparación de las obras realizadas en contrataciones anteriores por el deterioro y ausencia de mantenimiento.
2. Se concedieron plazos por eventos compensables reclamados fuera de los tiempos establecidos en la legislación y normas contractuales del proyecto; uno de estos eventos se consideró anteriormente como retraso por parte del contratista.
3. No se demarcó el estacionamiento topográfico de forma adecuada como referencia necesaria para el control de materiales y verificación de actividades constructivas.
4. No se realizó una adecuada demarcación vial preventiva durante las actividades de construcción, comprometiendo la seguridad del tránsito y peatones de la ruta.
5. Se autorizaron pagos en periodos menores a los indicados en los documentos contractuales.

4. CONCLUSIONES

Con base en los requisitos del cartel de licitación y demás documentos contractuales, se concluye que:

1. Falta de estudios preliminares suficientes y planos constructivos revisados y actualizados:
 - a. No se tomaron en cuenta los problemas existentes en la estructura del pavimento expuesta durante un período de tres años atrás.
 - b. No se consideró como parte de la intervención que requiere la carretera, la condición crítica del sistema de drenajes (alcantarillas), dadas las características lluviosas de la zona y la ausencia de mantenimiento desde que se colocaron dichas alcantarillas, hace más de veinte años.
2. Falta de cumplimiento de los plazos contractuales en los trámites realizados.
3. Las estimaciones se realizaron con una frecuencia diferente a la establecida.
4. Deficiencias en la demarcación vial de seguridad durante la construcción del proyecto.

5. No se completó a un 100% los trabajos para definir que este proyecto fueran los Trabajos finales en la ruta.
6. No se han incorporado criterios de recepción de obra tomando en cuenta modelos de pago en función de la calidad ni evaluación de desempeño de la estructura de pavimento.

5. RECOMENDACIONES

Luego de realizado este informe, se enuncian las siguientes recomendaciones:

1. Realizar los estudios necesarios a fin de incorporar al proyecto, aquellas obras que permitan cumplir efectivamente el objeto contractual, tomando en cuenta el deterioro propio por el paso del tiempo, vehículos y eventos naturales de las obras construidas.
2. Verificar que los trámites que se realizan durante la ejecución de los proyectos viales son ejecutados en los tiempos establecidos por ley, a fin de evitar prescripciones de plazo en los reclamos o solicitudes que se realizan en las dependencias de la Administración.
3. Garantizar el apego estricto a las directrices de pago respecto a la tramitación de estimaciones de obra en todos sus ítemes, especialmente aquellos que incorporen dentro de sus procesos derivados del petróleo, ya que al respecto existe normativa en los documentos contractuales.
4. Exigir el cumplimiento de la normativa de señalamiento de seguridad durante la construcción del proyecto, a fin de no comprometer la seguridad del tránsito que circula durante la ejecución de los contratos viales, en especial, cuando los sectores en los que se trabaja se habilitan parcialmente.
5. Implementar en la normativa de aceptación de trabajos y recepción final de obra conceptos relacionados con el desempeño de las obras, a fin de verificar que el producto final que se entrega cumple a cabalidad con los parámetros de calidad.
6. Incorporar en este tipo de contrataciones las mejoras suficientes y necesarias a las estructuras de drenaje (alcantarillas, subdrenajes, tomas, cabezales) ya que una de las principales causas de deterioro de los pavimentos es el manejo ineficiente de las aguas en la zona de influencia de la carretera.

**INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-PI-PV-AT-39-05
MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°34,
BARÚ – PIÑUELA – PALMAR NORTE, SECCION N° 1: BARÚ
PIÑUELA (TRABAJOS FINALES).
LPCO-047-2002**

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	I
A- Definiciones	1
B -Abreviaturas	2
Presentación	
1. Fundamentación	3
2. Propósito y Metodología de la Auditoría Técnica	3
3. Descripción del Proyecto	4
4. Alcance de la Auditoría	5
5. Cronograma de la Auditoría	6
6. Procedimiento utilizado en la Auditoría	6
7. Prevalencia	6
8. Responsables del proyecto	7
Resultados de la Auditoría Técnica	8
Hallazgo N° 1	8
Observación N° 1	9
Hallazgo N° 2	9
Hallazgo N° 3	10
Hallazgo N° 4	11
Hallazgo N° 5	12
Hallazgo N° 6	14
Observación N° 2	16
Observación N° 3	16
Observación N° 4	17
Mediciones realizadas por el LANAMME-UCR	18
Deflectometría de impacto	18
Coeficiente de fricción	20
Índice Internacional de Rugosidad	22
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Referencias Bibliográficas	28

A. DEFINICIONES

Administración: Es la Unidad Ejecutora del proyecto, definida en los Datos del Contrato del cartel de licitación. La misma está definida a efectos de establecer cuál institución es la administradora del proyecto (contratante).

Auditoría: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los requerimientos normativos y contractuales.

Auditoría externa (de tercera parte): Se llevan a cabo por organizaciones auditoras independientes y externas.

Auditoría técnica: Examen independiente y documentado de las diferentes fases de un proyecto, destinado a obtener evidencias y evaluarlas objetivamente, a efecto de determinar si se están cumpliendo (o se cumplieron) los requerimientos contractuales, normas aplicables, manual de calidad (o los documentos que lo conforman de hecho), procedimientos generales y específicos, registros y formularios, e instrucciones de trabajo

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.

Evidencia de la auditoría: Registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de la auditoría y que son verificables.

Fecha de terminación: Es la fecha de terminación de las obras, certificada por el Contratante, según finiquito de obra.

Finiquito del contrato: Se extiende por no más de 3 (tres) meses a partir de la fecha de terminación de las obras.

Hallazgo: Incumplimiento de uno o más requisitos especificados en los documentos de prevalencia que establece el cartel de licitación, entre los cuales se encuentran el contrato, normas, leyes, reglamentos, manuales y archivos históricos del proyecto. Resultado de la evaluación de la evidencia.

Observación: Oportunidad de mejora del sistema, que aunque no clasifica como un hallazgo, puede potencialmente causar los mismos efectos sobre el sistema.

Trazabilidad: Característica de un procedimiento por la cual se puede dar seguimiento secuencial al flujo de información desde su origen hasta su utilización final, sin que haya faltante ni duda en las etapas del procedimiento.

Verificación de calidad: Acciones independientes que debe llevar a cabo la Administración 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, o prácticas de otra clase, documentando debidamente todas sus diligencias, para asegurar que las obras estén conformes con los requisitos establecidos en los contratos. La verificación debe ser independiente del auto-control del contratista.

B. ABREVIATURAS

BE-25:	Base estabilizada cuyo valor mínimo permisible de resistencia a la compresión a los 7 días de curado es de 21 kg/cm ² y el valor promedio de 30 kg/cm ²
CFIA:	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
CR-77:	Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes.
d.c.:	Días calendario.
E#1:	Enmienda N°1.
IRI:	Índice de regularidad internacional
kg/cm ² :	Kilogramo por centímetro cuadrado.
kg/m ² :	Kilogramo por metro cuadrado.
km:	Kilómetro.
m:	Metros.
mm:	Milímetros
m ³ :	Metros cúbicos.
MC-83:	Manual para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes.
OS:	Orden de servicio.
OM:	Orden de modificación.
PT:	Programa de trabajo
RGCA:	Reglamento General de Contratación Administrativa.
SB:	Subbase.
Ton:	Toneladas
vpd	Vehículos por día

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA RUTA NACIONAL N°34,
BARÚ – PIÑUELA – PALMAR NORTE,
SECCION N°1: BARÚ PIÑUELA
(TRABAJOS FINALES)
LPCO-047-2002

1. FUNDAMENTACIÓN.

La auditoría técnica externa a proyectos en ejecución 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. PROPÓSITO Y METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Determinar el grado de cumplimiento con los requerimientos contractuales de los procesos involucrados en la ejecución del proyecto “Mejoramiento de la ruta nacional N°34, Barú-Piñuela-Palmar Norte, Sección 1: Barú-Piñuela (Trabajos finales) y cuyo control, está a cargo de la Dirección de Obras del CONAVI.

La gestión correcta de las obras viales es un asunto de la mayor trascendencia nacional, pues esta infraestructura es utilizada por miles de usuarios cada día; requiere de grandes inversiones de fondos públicos; su reparación es costosa e incómoda para los usuarios y sus fallas son una limitante para el desarrollo económico, social y cultural del país.

Si las carreteras no se construyen correctamente, o no reciben el mantenimiento oportuno, los gastos de operación, congestión y accidentes de los vehículos, se incrementan y pueden afectar las finanzas públicas del país. Por todo esto es evidente que su calidad debe ser asegurada.

De conformidad con los procedimientos de auditoría técnica se analizó la aplicación de las normas y condiciones del contrato público. En las visitas de campo, se consideraron aspectos técnicos en el control de los trabajos realizados. En la revisión documental, se analizaron las órdenes de modificación y de servicio, estimaciones de pago de obra, constancias de calidad de los materiales, correspondencia interna y externa aportada a esta auditoría.

Como producto de los análisis y de las visitas técnicas, se establecieron los hallazgos y las observaciones correspondientes registrados en este informe, derivadas ambas de las evidencias recopiladas por el equipo de auditores del LANAMME sobre este proyecto. Los hallazgos de auditoría deben atenderse como herramientas de mejora continua de la Administración, a fin de realizar acciones correctivas a procesos en ejecución y acciones preventivas a futuros proyectos de inversión de recursos viales.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con el cartel de licitación, el proyecto se localiza en la provincia 6, cantones 605, Osa y 606, Aguirre, distritos 605-02, Palmar, 605-04, Bahía Ballena y 606-02, Savegre. Inicia en el poblado de Barú y finaliza en Palmar Norte. El proyecto tiene una longitud a intervenir de 28.2 kilómetros.

Las condiciones de operación, en el momento en que se licitó el proyecto eran las siguientes:

La carretera existente presenta en su superficie de ruedo una capa de sello a lo largo y ancho de la misma. En la sección comprendida entre el kilómetro 0+000 y 8+667 se encuentra colocada una primera capa de pavimento bituminoso.

El proyecto fue adjudicado a la Constructora Hernán Solís RL y de acuerdo con el cartel de licitación, entre los trabajos a realizar, textualmente se describen los siguientes:

- Realizar labores de mantenimiento en las terrazas existentes entre las estaciones 23+000 y 23+050.

- Realizar rellenos con material de préstamo caso 2 y material de préstamo seleccionado para acabado caso 2, en las secciones comprendidas entre las estaciones 11+470 a 11+540 y 21+900 a 21+935.
- Colocar subbase graduación A, mejorada con 1 (uno) saco de cemento por metro cúbico, en las secciones comprendidas entre las estaciones 11+470 a 11+540, 14+420 a 14+440, 21+700 a 21+725 y 21+900 a 21+935.
-
- Colocar base estabilizada con cemento Pórtland en las secciones comprendidas entre las estaciones 11+470 a 11+540, 14+420 a 14+440, 21+700 a 21+725 y 21+900 a 21+935.
- Colocar carpeta asfáltica de 7 (siete) centímetros de espesor compactado en las secciones comprendidas entre las estaciones 8+667 a 28+129,34 (primera capa) y 0+000 a 28+129,34 (segunda capa)
- Colocación de cabezales y tomas faltantes, tubería de hormigón reforzado, bordillo asfáltico, cunetas revestidas con tobacemento plástico, guardacaminos, gaviones y gaviones terramesh, geotextiles. Así mismo colocar una losa de hormigón de 19 centímetros de espesor, para carga viva HS-20 + 25%, a todo lo largo y ancho del puente sobre el río Morete, una vez retirada la existente, misma que presenta problemas estructurales.
- Colocar una capa asfáltica de 5 cm de espesor compactado sobre la nueva losa del puente sobre el río Morete.
- Además la demarcación vial horizontal y vertical en toda la longitud del proyecto (línea centro, indicadores direccionales y de velocidad).

El monto original del contrato para este proyecto es de US\$ 4.101.281,80 dólares y el plazo para la finalización de las obras era de 180 días calendario, el cual no incluía días no laborables por malas condiciones climáticas. La fecha de inicio de este proyecto fue el 12 de enero del 2004 (OS N°1 del 5 de enero del 2004) y debía finalizar el 9 de julio del 2004.

4. ALCANCE DE LA AUDITORÍA

Este informe comprende la revisión de aspectos relativos a la planificación previa a la contratación, control del plazo, seguridad vial y tramitación de estimaciones de pago de obra ejecutada, así como mediciones de deflectometría, IRI y coeficiente de fricción realizadas por el LANAMME.

5. CRONOGRAMA DE LA AUDITORÍA REALIZADA

ACTIVIDAD	FECHA
Visita #1 al proyecto	22/06/04
Notificación inicio auditoría técnica	13/07/04
Entrega información, oficinas CONAVI, Zapote	31/08/04
Entrega información, oficinas CONAVI, Zapote	07/09/04
Entrega información, oficinas CONAVI, Zapote	29/09/04
Entrega información, oficinas CONAVI, Zapote	03/05/05
Entrega información, oficinas CONAVI, Zapote	04/05/05
Visita #2 al proyecto	18-19/07/05
Visita #3 al proyecto	24-25/01/06

6. PROCEDIMIENTO UTILIZADO EN LA AUDITORÍA

Luego de realizadas las visitas de acuerdo con el cronograma mostrado y el análisis de la documentación suministrada por la ingeniería de proyecto, se realizó el presente informe con el detalle de los hallazgos detectados.

En esta auditoría se ha realizado una revisión documental de los procesos de contratación, ejecución y pago de obra del proyecto.

7. PREVALENCIA DE DOCUMENTOS

Es importante definir el orden de prevalencia de documentos que competen a este proyecto (LPCO-47-02) tal y como se especifica en el cartel de Licitación, sección 3.21, pág.136 y que conforman el fundamento de estas auditorías. En caso de discrepancia entre los distintos documentos que forman parte del cartel se tendrá que, el orden en que prevalecerá uno de ellos sobre otro u otros, será el siguiente:

1. Ley de Contratación Administrativa No.7494 del 02 de mayo de 1995 y sus reformas y Reglamento General de Contratación Administrativa, Decreto Ejecutivo No.25038-H.
2. El Contrato refrendado por la Unidad Interna de Refrendos del CONAVI o la Contraloría General de la República, según corresponda.
3. Las aclaraciones y/o modificaciones a los documentos de la licitación que eventualmente pudiera emitir la Administración.
4. El Tomo I del cartel de licitación
5. El Tomo II del cartel de licitación
6. Los planos
7. Las Disposiciones Generales
8. Las Memorandas de Normas y Procedimientos

9. Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77)
10. Manual de Construcción para Caminos, Carreteras y Puentes (MC-83)

8. RESPONSABLES DEL PROYECTO

A continuación se detalla los responsables por parte del CONAVI y de la empresa Constructora Hernán Solís S.R.L, que han participado en el desarrollo de este proyecto:

8.1 Responsables por parte del CONAVI:

INGENIERO DE PROYECTO

- Ing. Álvaro Ulloa Murillo

DIRECTOR DE OBRAS CONAVI:

- Ing. Carlos Pereira Esteban

DIRECTOR EJECUTIVO CONAVI:

- Ing. Alejandro Molina

8.2 Responsables por parte de la empresa constructora:

CONTRATISTA:

Empresa Constructora Hernán Solís SRL

DIRECTOR TÉCNICO:

- Ing. Roberto Acosta Mora

INGENIERO RESIDENTE:

- Ing Rolando Vargas Baldares

CONSULTOR DE CALIDAD DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA:

- Ing. Luis G. Chavarría Bravo, por LGC Ingeniería de Pavimentos. (Consultor inscrito de la calidad de la obra)

RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Hallazgo 1: La evidencia documental indica que no se realizaron estudios preliminares completos para definir todos los trabajos a realizar en la etapa final del proyecto.

De acuerdo con el acta de reunión de preconstrucción, realizada el 15 diciembre 2003, se indica lo siguiente:

“En cuanto a los planos la ingeniería de proyecto cuenta con los de la Fase C, los cuales según indica el contratista no formaron parte del cartel de licitación, con las graves consecuencias de la indefinición de los trabajos a realizar, sobre todo en las zonas afectadas por los asentamientos y deslizamientos que de acuerdo con el cartel se deben realizar rellenos y colocar gaviones tipo terramesh”

En la contratación del proyecto Barú-Piñuela-Palmar Norte, técnicamente no se consideró el hecho de que los trabajos que se realizarían en esta etapa final eran continuación de las obras que habían quedado abandonadas durante aproximadamente tres años atrás.

El reinicio del proyecto no toma en cuenta, por ejemplo, estudios preliminares y planos constructivos que atiendan los problemas existentes de asentamientos y deslizamientos en la estructura de pavimento expuesta durante dicho período de tiempo. Adicionalmente, se produce un aumento en las especificaciones del espesor de la capa asfáltica - antes de 7 centímetros y ahora de 14 centímetros- ; especificaciones que no responden a un diseño estructural que justifique esta solución. Tampoco parece que se consideraron como parte de la intervención que requiere la carretera, el estado crítico del sistema de drenajes (alcantarillas), considerando las características lluviosas de la zona y la ausencia de mantenimiento desde que se colocaron dichas alcantarillas, hace más de 20 años.

Fundamento normativo: En el “Manual técnico para el desarrollo de proyectos de Obra Pública” de la Contraloría General de la República, sección II, inciso 8.3 “Planos constructivos” se establece que:

“Los planos constructivos deben contener la información gráfica y escrita necesaria para la correcta ejecución de la obra. Para definir con la claridad la naturaleza y finalidad de la obra, los planos incluirán como mínimo los siguientes aspectos: ubicación geográfica del

terreno en la zona circundante, planta de conjunto (localización de la obra en el terreno donde se construirá); distribución espacial o de áreas, estructura e instalaciones. Los planos se elaborarán de conformidad con las disposiciones reglamentarias y normativas vigentes en torno al tipo de obra por ejecutar y se archivarán por un período de diez años como mínimo”.

Observación 1: Previo a la contratación de este proyecto no se realizó un estudio de la condición de la capa de base estabilizada existente.

De la estación 13+300 a la 27+000 se presentó el deterioro de la base estabilizada existente. CACISA realizó una extracción de núcleos de la base estabilizada existente y mostró gran dificultad para recuperar los especímenes ya que se desintegraban.

De acuerdo con el oficio No.1005-BP del 4 de mayo 2004 dirigido al ingeniero de proyecto Álvaro Ulloa y emitido por el Ing. Roberto Acosta Mora, Director Técnico de la empresa Hernán Solís, indica que: *“Para evidenciar el problema, hemos contratado a la firma CACISA, para hacer un muestreo mediante obtención de núcleos de la base estabilizada...Los resultados evidencian que hay un problema a todo lo largo de la parte central de la vía, donde la mayoría de los núcleos se desintegraron al extraerlos...Dados los resultados de lo que se puede observar en el proyecto, y lo que evidencia el citado informe, creemos que lo que procede es sustituir una franja central a lo largo de todo el trayecto dañado, en un ancho de un metro, con base estabilizada fabricada en mezcladora.”*

Las condiciones de la carretera en cuanto al estado de las capas del pavimento existentes, así como el sistema de drenajes y puntos de deslizamientos potenciales, no fueron considerados antes de licitar el proyecto, aun teniendo los antecedentes de las contrataciones realizadas en esta misma ruta, en la cual, las obras quedaron inconclusas y el mantenimiento no fue constante. Esto causa que la inversión realizada no sea eficiente y que al proponer la contratación de los trabajos finales, surjan otros problemas a resolver que no fueron contemplados en el contrato.

Hallazgo 2: El trámite de aprobación de prórrogas de plazo se realizó extemporáneamente (fuera de la norma del contrato).

El plazo original de terminación de las obras era el 9 julio 2004. En la primera solicitud de reconocimiento de plazo por eventos compensables, el contratista presenta un reclamo el 17 mayo 2004 dentro del período permitido, sin embargo, la aprobación de la Orden de Servicio N°6 mediante la que se otorgan 50 días

compensables adicionales, fue el 7 julio 2004, es decir, a dos días que venciera el plazo original. Dicha orden de servicio fue firmada bajo protesta por parte del contratista.

La nueva fecha de terminación de las obras era entonces el 28 agosto 2004, sin embargo, la Enmienda N°1 a la Orden de Servicio N°6, se aprueba el 31 de agosto 2004 (3 días después de agotado el plazo) y se acepta el reclamo del contratista, otorgando 45 días adicionales. Esto traslada de nuevo la fecha de terminación al 11 octubre 2004.

Fundamento normativo: De acuerdo con la Sección II “Requisitos”, del cartel de licitación, inciso 3.12.2 establece:

“El ingeniero de proyecto determina si debe prorrogarse la fecha prevista de terminación y por cuánto tiempo, dentro de los 15 (quince) días calendario posteriores al momento en que el contratista le solicite una decisión sobre los efectos de una modificación o de un evento compensable y le proporcione toda la información de respaldo. “

Se aprobaron ampliaciones de plazo cuando la fecha de terminación está por vencer y en algunos casos, cuando ya ha vencido, por lo que no se siguen los procedimientos establecidos y se incumple el programa de trabajo aprobado bajo los términos contractuales del plazo de entrega del proyecto.

Hallazgo 3: Se concede improcedentemente una prórroga en el plazo del contrato que inicialmente fue considerada por la Ingeniería de Proyecto como retraso por parte del contratista.

En la Orden de Servicio N°6 se indica que: *“El contratista solicita a la ingeniería de proyecto el 26 de abril del 2004 la aprobación de la planta de asfalto instalada en Palmar Sur y de acuerdo al programa de trabajo la colocación debería haber empezado al 12 de marzo del 2004, por lo que tomando la fecha en la que solicitan la aprobación de la planta o sea el 26 de abril del 2004 el contratista estaría atrasado en 45 días no compensables.”*

Como se mencionó anteriormente, dicha orden de servicio fue firmada bajo protesta por el contratista ya que para ellos la compensación de plazo debía darse a partir del 12 marzo 2004, fecha en la que de acuerdo con el programa de trabajo, se iniciaría la colocación de carpeta asfáltica, hasta la fecha en que se haya resuelto el problema.

A criterio de esta auditoría y revisando la cronología del proyecto, efectivamente, tal como lo señala en primera instancia la ingeniería de proyecto, al 12 de marzo 2004, fecha de inicio de la actividad, el contratista todavía no tenía instalada la planta asfáltica, quiere decir, que no estaba en capacidad de iniciar la colocación de carpeta asfáltica aun cuando así estaba establecido en el programa de trabajo (que el contratista propuso) y por ende, ya había un retraso en esta actividad.

No es sino hasta el 4 mayo 2004 que se da la aprobación de operación de la planta por parte del CONAVI y hasta el 18 de mayo que se da la aprobación del diseño de mezcla asfáltica, condición necesaria para iniciar la producción de dicho material.

Fundamento normativo: De acuerdo con el Reglamento de la Ley de Contratación Administrativa, inciso 22.2, establece que:

“Solamente se autorizarán prórrogas para la ejecución del contrato por razones de fuerza mayor debidamente acreditada por el contratista, o por demoras ocasionadas por la propia Administración. En uno y otro caso, el contratista, solicitará dicha prórroga a más tardar dentro de los ocho días siguientes al conocimiento del hecho que demorará la ejecución. No se concederán prórrogas vencidos los términos de ejecución previstos, sin perjuicio del derecho de justificar el incumplimiento por los medios legales establecidos.”

Por tanto, es improcedente el otorgamiento de días compensables a partir del 12 de mayo 2004, ya que en ese momento el contratista no contaba con todos los requisitos para iniciar la colocación de mezcla asfáltica, ya que se encontraba retrasado con respecto al programa de trabajo.

Hallazgo 4: No se marcó el estacionamiento topográfico de longitud de la obra, referencia necesaria para el correcto control de la colocación de los diversos materiales.

De acuerdo con la revisión documental, en los informes mensuales del inspector Julio Cruz López, se encontraron las siguientes evidencias sobre la necesidad de contar con el estacionamiento topográfico de referencia marcado en el proyecto.

Cuadro N° 1.
Anotaciones del Inspector respecto a la falta de indicación de Estacionamiento
(indicación de kilometraje en el proyecto)

Fecha	Comentario
29/01/04	Falta colocar estacionamiento, se marcaron 64 huecos
31/01/04	En el proyecto no hay estacionamiento. Se marcaron 62 (baches) por falta de pintura no se continua el trabajo.
16/03/04	En este proyecto no hay estacionamiento para brindar una mejor información
19/03/04	No hay estacionamiento en el proyecto.
02/04/04	“Se informa sobre el trabajo realizado por la Consultoría CACISA. La cual sacó 29 núcleos de la estación 13+300 a la 28+000. Se define de esta manera <u>(se hizo con números por falta de estaciones)</u> ”
16/06/04	En el proyecto no hay estacionamiento, se mide con un vehículo

Fuente: Informes del inspector Julio Cruz López.

En un proyecto donde no existe demarcación de los estacionamientos de referencia se dificulta las labores de inspección, supervisión y fiscalización del control de ubicación de las cantidades de materiales colocados y de calidad, ya que resulta impreciso lograr la identificación y trazabilidad de los tramos donde eventualmente se realicen muestreos de campo.

Fundamento normativo: De acuerdo con el MC-83, sección 5.05, establece que:

“El control horizontal se obtiene colocando señales permanentes de referencia respecto al emplazamiento de la calzada y del derecho de vía. Los dispositivos señaladores para el control de la alineación reciben el nombre de “mojones de referencia”.

De acuerdo con la buena práctica de la ingeniería, la demarcación de los estacionamientos de referencia son indispensables para llevar un control de la colocación y cantidad de materiales, control de pago, control y ubicación de muestreos para realizar ensayos de calidad, tanto de autocontrol como de verificación. El no tenerlo es reflejo de un débil control del proyecto.

Hallazgo 5: En el proyecto se incumplieron en diversas ocasiones, los requerimientos de seguridad vial durante la ejecución de los trabajos.

En la visita realizada por el equipo auditor el día 22 y 23 de junio 2004, se observaron los trabajos de colocación de mezcla asfáltica y se detectó una escasa señalización preventiva en la ruta.

Tal condición se puede apreciar en las siguientes fotografías tomadas durante una de las visitas al proyecto



Por otra parte, en la bitácora del inspector Julio Cruz López, tal como se muestra en el siguiente cuadro, en los días indicados, hubo incumplimientos por parte del contratista en el uso de elementos de seguridad durante la ejecución de los trabajos.

Cuadro N° 2.

Falta de implementos de demarcación vial durante las actividades de construcción

Fecha	Comentario
08/02/04	En este proyecto hay mucho tránsito el trabajo se realiza con precaución para evitar un accidente. Faltan conos y rótulos, chalecos...
22/06/04	Trabajaron de noche, el finisher no tiene luz.

Fuente: Informes del inspector Julio Cruz López.

Fundamento normativo: De acuerdo con el CR-77, apartado 107.18, establece que:

“En la ejecución de los trabajos, el contratista deberá cumplir con las leyes y reglamentos vigentes en el país con respecto a seguridad. Además, deberá suministrar las seguridades adicionales necesarias, tales como los equipos, protectores y de seguridad generalmente usados en la industria y deberá acatar, las disposiciones que el ingeniero considere necesarias para proteger la salud y la vida de los empleados y del público.”

El cartel de licitación, sección II, inciso 6.2.7 establece que: “El

ingeniero de proyecto deberá velar porque el contratista cumpla con todo lo estipulado en el Reglamento de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras. Si el adjudicatario no cumple con esta disposición, el contratante no le pagará ningún trabajo realizado del proyecto objeto de este cartel, por lo tanto, previo al inicio de cualquier actividad, el contratista debe acatar lo dispuesto en este reglamento disponiendo de todos los elementos de seguridad necesarios y exigidos. En caso de que el contratista incumpla con las disposiciones anteriores la Administración no aprobará pagos pendientes hasta tanto el contratista cumpla con las mismas, no se le reconocerá al contratista intereses por mora en dicho período.”

Es responsabilidad del contratista a su vez, cumplir con las condiciones de seguridad de todas las actividades que se desarrollen en el proyecto, ya que los costos que esto represente se incluyen en el precio ofertado, tal como lo establece la normativa nacional y principalmente, debe velar por la seguridad de sus trabajadores y de los usuarios de la vía, durante la ejecución de los trabajos.

Hallazgo 6: Se incumplió con los procedimientos de pago por obra ejecutada, al pagar en un mes más de una estimación de pago de obra.

De acuerdo con la revisión documental de las estimaciones de pago de obra ejecutada, se detectó el pago de más de una factura de obra en un mes, durante el período analizado de junio a noviembre 2004, en los que se pagaron más de dos facturas de obra por mes.

Como ejemplo más crítico, en el mes de noviembre 2004 se generaron 7 facturas de pago de obra.

En la tabla siguiente se muestra que durante el mes de noviembre se realizaron pagos frecuentes en los renglones 403(1) Pavimento bituminoso y 403(2)

Cemento asfáltico, lo que resulta en prácticamente pagos semanales, lo cual se contrapone a lo establecido en la normativa.

Cuadro N° 3.
Estimaciones de pagos realizados durante el mes de noviembre de 2004

ESTIMACIÓN	MONTO
N°23: 1 al 7 noviembre 2004 (7 días) Fact. #573	\$ 137.789,16
109.04	\$ 5.551,57
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 91.908,43
403(2) Cemento asfáltico	\$ 40.329,15
N°24: 8 al 14 noviembre 2004 (7 días) Fact. #574	\$ 166.433,57
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 80.764,99
403(2) Cemento asfáltico	\$ 85.668,58
N°25:15 al 20 noviembre 2004 (6 días) Fact. #575	\$116.805,11
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 56.681,86
403(2) Cemento asfáltico	\$ 60.123,25
N°26: 21 al 29 noviembre 2004 (9 días) Fact. #579	\$128.182,90
109.04	\$ 3.246,23
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 32.898,10
403(2) Cemento asfáltico	\$ 92.038,58
N°26A: 21 al 29 noviembre 2004 Fact. #584	\$27.624,98
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 13.406,39
403(2) Cemento asfáltico	\$ 14.219,29
N°26B:21 al 29 noviembre 2004 Fact. #591	\$97.161,99
403(1) Pavimento bituminoso	\$ 20.771,70
403(2) Cemento asfáltico	\$ 22.032,84
107(1) Suministro colocación señales verticales	\$ 9.207,00
107(2) Colocación postes kilometraje	\$ 2.356,20
107(3) Suministro equipo pintura	\$ 5.991,98
407(2) Emulsión asfáltica capa liga	\$ 22.412,17
602(A)1 Hormigón estructural clase A	\$ 14.390,10
N°26B-1:21 al 29 noviembre 2004 Fact. #602	\$ 63.101,49
403(2) Cemento asfáltico	\$ 63.101,49

Fundamento normativo: De acuerdo con el cartel de licitación, apartado 3.15.1 establece que:

“El contratista debe proporcionar al ingeniero de proyecto liquidaciones mensuales del valor estimado de los trabajos ejecutados menos los montos acumulados de certificados (facturas) anteriores, acompañados de los respectivos certificados de calidad

debidamente soportados”

El apartado 3.15.4 establece que: “El valor de los trabajos ejecutados comprende el valor de las cantidades terminadas de los rubros que constan en la lista de cantidades.”

Con esta práctica se le otorga una ventaja financiera al contratista, la cual se contrapone a los procedimientos establecidos.

Observación 2: La colocación bordillo asfáltico en algunas secciones elimina la función de seguridad vial que desempeña el guardacamino.

En la visita realizada el 18 y 19 de julio 2005 se observó que en algunas secciones detrás del bordillo asfáltico se colocó la baranda o guardacamino, elemento que tiene como fin retornar el vehículo a su carril en caso de que éste se salga de la vía.

El bordillo asfáltico colocado de esta manera, como se muestra en la fotografía, representa un obstáculo previo para el vehículo, eliminando así, la función primordial del guardacamino. Esta condición le resta seguridad a la vía.



Debe analizarse mejor la colocación de bordillos y guardacaminos para evitar que uno perjudique la función del otro.

Observación 3: Se paga el bacheo con base estabilizada con cemento por medio del renglón 109.04, a pesar de que existían los renglones de pago para tal material.

En la Orden de Servicio N°3, se establece lo siguiente: *“Se ordena el bacheo con base estabilizada con cemento pagada con el renglón de pago 109.04 Trabajo a costo más porcentaje”*

Sin embargo se contaba con los renglones de pago del contrato: 308(1) Cemento para base estabilizada y el 308(2) Agregados para base estabilizada.

Por su parte, el Cartel de Licitación establecía: “Colocar base estabilizada con cemento Portland en las secciones comprendidas entre las estaciones 11+470 a 11+540, 14+420 a 14+440, 21+700 a 21+725 y 21+900 a 21+935”, renglones de pago que se pudieron ampliar.

De acuerdo con el oficio No.1005-BP del 4 de mayo 2004 dirigido al ingeniero de proyecto Álvaro Ulloa y emitido por el Ing. Roberto Acosta Mora, Director Técnico de la empresa Hernán Solís, indica que: “Si bien se ordenó por parte de la ingeniería de proyecto un bacheo con base estabilizada con cemento Portland, ello sirvió para detener el deterioro de la vía y el maltrato de los vehículos que transitan por esa vía, pero no resuelve el problema fundamental, que es la existencia de secciones cuyo comportamiento a corto plazo comprometen los trabajos que sobre ella se efectúen.”

Este sistema de ejecución de actividades, inicialmente no contempladas en el cartel y pagadas por medio del renglón 109.04, genera un sobrecosto para la administración, al tener que incluir un porcentaje (10%) adicional. Además, de lo indicado anteriormente en la nota emitida por el Ing. Roberto Acosta, se observa que la administración incurre en gastos por trabajos “paliativos”, que no resuelven efectivamente los problemas del mal estado de la condición de la carretera.

Si bien es cierto, tal como lo señala el CR-77, apartado 104.03 d), es inherente a la naturaleza de construcción de carreteras, que durante el curso de ella, sea necesario realizar algunos cambios en planos y especificaciones para ajustarlos a las condiciones de campo, ésta, no puede ser la solución para resolver las deficiencias en la etapa de planificación y diseño de un proyecto.

Observación 4: Hay secciones con deslizamientos que no se repararon y actualmente permanecen con trabajos inconclusos en la vía. Esto en contraposición al objetivo de la licitación, que trataba de la realización de los trabajos finales para el mejoramiento de la ruta No.34, sección 1 Barú-Piñuela, condición que no fue alcanzada. Esta observación se puede comprobar en las figuras N° 6 y N°7 mostradas a continuación. En la fotografía N° 6 se aprecia que no se realizó la colocación de carpeta a ancho completo en toda la calzada y en la fotografía N°6, se muestra hay presencia de deslizamientos que ponen en riesgo las capas que conforman la calzada y por lo tanto, presentan el potencial de comprometer el tránsito en la zona



**Fotografía N°6
Espaldón sin
acabar**



**Fotografía N°7:
Deslizamiento en
espaldón de la vía**

Mediciones realizadas por el LANAMME-UCR en el tramo vial auditado:

A continuación se detalla el análisis de los resultados obtenidos por el LANAMMEUCR, de las pruebas de deflectometría de impacto, medición del Grip Number e Índice de Rugosidad, realizados al proyecto objeto de esta auditoría. Los resultados obtenidos y su análisis no se consideran como incumplimientos o hallazgos desde la perspectiva de la normativa nacional, ya que el cumplimiento de ellos no está incluido dentro de las especificaciones contractuales aplicables, sin embargo su análisis y discusión puede contribuir en un mejor desempeño de las obras viales en aspectos como calidad del proceso constructivo, seguridad del tránsito vehicular y vida útil de las obras.

Del 24 al 31 de mayo 2005, el LANAMME-UCR realizó las siguientes mediciones en el tramo de la sección Piñuela-Palmar Norte:

1- Deflectometría de impacto:

Se ejecutaron mediciones de deflexión a cada 100 metros, carril derecho, huella derecha, con el fin analizar la capacidad estructural del pavimento construido y su desempeño ante el tránsito de vehículos.

Este parámetro se mide con el deflectómetro de impacto (Falling Weight Deflectometer), y permite la evaluación estructural del pavimento. Las deflexiones obtenidas con el FWD, en conjunto con los espesores de capa y valores mecánicos de los materiales, pueden utilizarse para determinar la capacidad estructural de las capas del pavimento.

Los estudios de deflectometría son utilizados a nivel mundial como parámetro de evaluación de red, control de calidad de obra terminada y análisis estructural de pavimentos. Para construcción de obra nueva constituye un aporte eficaz a fin de estudiar la evolución del deterioro de las capas del pavimento al permitir la valoración de la calidad de los materiales aportados y los procedimientos constructivos.

Varios estudios, por ejemplo (NCHRP 10-48) han demostrado que los parámetros de la curva deformada que proviene de los sensores del FWD tienen gran correlación con la rigidez del pavimento. Uno de los parámetros generados por el proyecto NCHRP 10-48 es AREA, que se define como:

$$AREA = \frac{6(D_0 + 2D_{12} + 2D_{24} + D_{36})}{D_0}$$

donde D_0 , D_{12} , D_{24} y D_{36} , son respectivamente las lecturas de las deflexiones en los puntos de aplicación de la carga a 0, 300, 600 y 900 milímetros. Con este valor se puede estimar un índice de rigidez de la estructura del pavimento llamado SAI (Structural Adequacy Index).

$$SAI_J = 100 \left(1 - \frac{AREA_J - AREA_{min}}{AREA_{max} - AREA_{min}} \right)$$

En esta ecuación los términos son: $AREA_J$ el valor en una sección particular, $AREA_{min}$ el mínimo del grupo de datos y $AREA_{max}$ corresponde al máximo.

En el documento técnico Asset Management Business Framework, Apendix Document, sección 6.2, del Departamento de Transportes de New Brunswick de Canadá, se refiere al SAI, Strutural Adequacy Index, como el valor que correlaciona en escala de 0 a 100, el desempeño estructural del pavimento en servicio calculado con los valores de las deflexiones y le asigna una clasificación, como se adjunta en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 4.
Índices de condición de pavimentos típicos
y escala de clasificación.

PCR	Indice SAI		
Muy bueno	80	a	100
Bueno	60	a	79
Regular	40	a	59
Pobre	25	a	39
Fallado	0	a	24

Para este caso, el SAI calculado es de 56.44, valor que según el cuadro anterior asigna una clasificación de Regular al pavimento. Esta condición no es la esperada para una obra recién construida, ya que desde el punto de vista estructural se reduce la vida útil de la estructura y su desempeño en el corto plazo. El rango esperado para una carretera nueva debe ser cercano al 100%.

2- Coeficiente de fricción del pavimento: medido con el dispositivo Griptester, usando un espesor de película de agua: 0.25 mm y velocidad de medición: 50 Km./h.

A pesar de que el criterio para el Índice de Fricción fue presentado en 1995 por la AIPCR (Asociación Mundial de la Carretera) como recomendación para la medida de la resistencia al deslizamiento, bajo una metodología que homologa distintos equipos de medida procedente de varios países, todavía este coeficiente no ha sido correlacionado en la normativa de control de calidad de pavimentos en muchos países. No obstante, 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.

Varia normativa y estudios internacionales, como por ejemplo el Manual de Diseño Vial de la provincia de New Brunswick, Canadá, han demostrado la necesidad de reducción de la velocidad con la reducción de la resistencia al deslizamiento y este análisis ha permitido correlacionar la distancia de frenado con la fricción de las vías. Por ejemplo para carreteras con velocidades de operación entre 85 a 90 km/h, con un coeficiente de fricción de 0.8 se obtiene una distancia de frenado aproximada de 65 metros, mientras que para un coeficiente de fricción de 0.25 la distancia de frenado casi se duplica a 129 m para las mismas condiciones de velocidad.

Para este proyecto el LANAMME-UCR realizó mediciones con el equipo GripTester en esta sección de la carretera y se obtuvieron valores de fricción que oscilan entre 0.34 y 1.06 teniendo como valor promedio de las mediciones un valor de 0.68. Es importante señalar que aunque el promedio total de la vía indica una peligrosidad moderada y un pavimento poco deslizante, existen tramos en los cuales los valores de Grip Number son inferiores a 0.50, valor que indica alta peligrosidad por deslizamiento, según se detalla en la siguiente clasificación del pavimento respecto a este valor. Estos tramos se localizan entre las estaciones 24+420 a la 25+520.

Cuadro N° 5.

Clasificación del pavimento según el Grip Number.¹

Grip Number(*)	Deslizamiento	Peligrosidad
menor a 0.5	Deslizante	Muy peligroso
0.5 a 0.6	Potencialmente deslizante	Peligroso
0.6 a 0.78	Poco deslizante	Moderado
mayor a 0.78	Muy poco deslizante	Seguro

A nivel internacional se han desarrollado normativas que regulan la recepción de obras nuevas, tomando dentro de los parámetros de aceptación, el coeficiente de fricción obtenido mediante la aplicación de diversos métodos. Por ejemplo en España, la normativa de aceptación de obra nueva establece que los pavimentos de mezclas bituminosas deben tener valores de 0.70.

¹ Valores obtenidos de especificaciones de Países europeos como: Gran Bretaña, Países Bajos y Austria. Reporte de investigación LM-PI-PV-IN-27B-05

Es importante agregar que el CR 2002, incorpora criterios de aceptación de obras e indica que una vez terminada la compactación de la mezcla el valor de resistencia al deslizamiento deberá ser como mínimo 0.45 en cada ensayo individual. En el caso que esta característica no se cumpla, los tramos deberán ser corregidos o removidos mediante métodos aceptados.

Es criterio del grupo Auditor, que el estudio del coeficiente de fricción debe ser incorporado en la normativa nacional de recepción de obra y de pago en función de la calidad de las obras a fin de garantizar la seguridad de los usuarios de las vías.

3- Determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI): mediciones a cada 50 metros en el tramo vial.

En la ingeniería de carreteras, la calidad del pavimento se analiza tomando en cuenta, entre otros valores, el índice de regularidad superficial, valor que tiene que ver con las irregularidades verticales acumuladas a lo largo de un kilómetro, con respecto a un plano horizontal en un pavimento. Éstas se deben principalmente a dos causas: la primera, al procedimiento constructivo, y la segunda al daño a la carretera inducido por el tránsito vehicular. Un valor de IRI de 0m/km indica cero distorsión vertical. Un valor de 10 m/km determina un pavimento intransitable que implica para el usuario un excesivo costo de operación de los vehículos.

La evaluación de la rugosidad a través de la determinación del Índice Internacional de rugosidad (IRI) constituye en la actualidad uno de los controles de obra más importante relacionado con la calidad final de los pavimentos ya que refleja el nivel de comodidad, seguridad y costos de operación de las carreteras, así como establecer el punto de partida para el futuro desempeño, ya que valores de IRI inicial bajo, implican que el pavimento dispondrá de un tiempo mayor antes que se presente la necesidad de realizar alguna intervención de mantenimiento.

Experiencia internacional.

En España, actualmente se fija un valor de 1.85 de IRI para recibir nuevas carreteras.

En los Estados Unidos, el cumplimiento de los valores de rugosidad se bonifica o penaliza, como se muestra en el siguiente cuadro, elaborado por Michael Janoff y presentado ante la NAPA en 1990:

Cuadro N° 6.
Valores de IRI internacionales y parámetros de recepción de trabajos

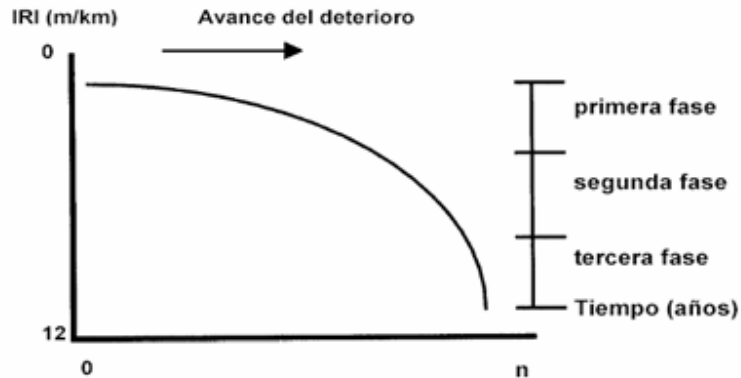
Estado	Rangos		
	Bono	Pago	Multa
Connecticut	< 0.95	0.950 – 1.260	1.260 – 1.890
Dakota del Sur	< 0.868	0.869 – 1.105	1.106 – 1.262
Washington	<0.946	0.947 – 1.500	1.501 – 1.815

Respecto al CR 2002.

Respecto al índice internacional de rugosidad, el CR 2002 indica que los valores máximos aceptables deben ser en promedio 2,0 m/km, y ninguno de los valores individuales debe superar el valor de 3,0 m/km. En caso de incumplimiento de esta última condición, el Contratista deberá efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de IRI bajo el límite máximo establecido, de lo contrario se aplicará una multa del 40% como máximo en función de los valores obtenidos del IRI.

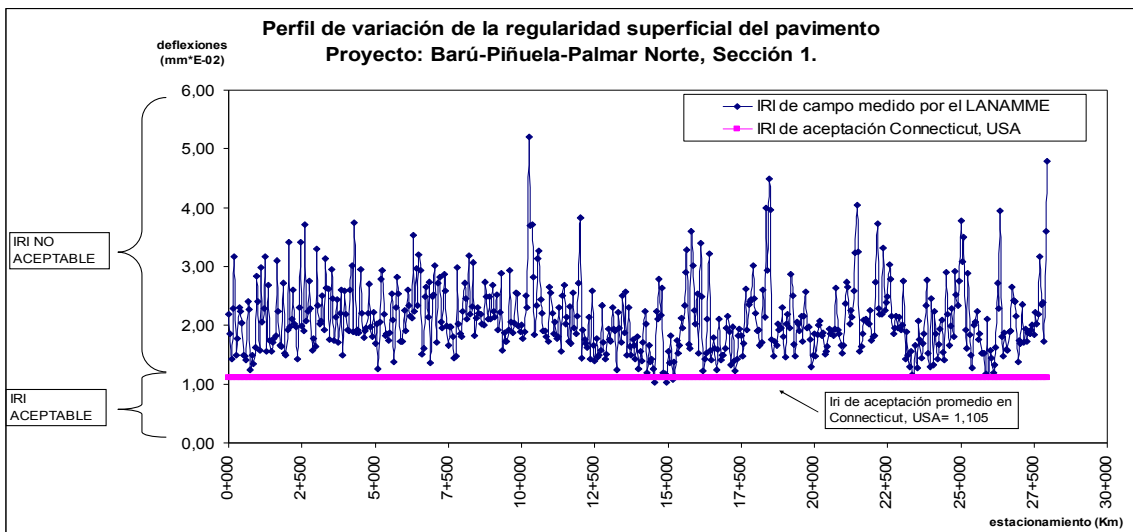
El comportamiento típico de la condición superficial del pavimento respecto al tiempo y consecuente paso del tránsito se puede representar como se ve en el gráfico N° 1. Se aprecia que a partir de un cierto nivel de rugosidad del camino, los factores que afectan al mismo (calidad de la construcción, tránsito pesado) ocasionan la disminución de la calidad superficial. Esta disminución no es lineal sino que se puede dividir en tres etapas, donde la primera tiene una razón de cambio menor en los primeros años. Es posible afirmar entonces que tener valores de rugosidad altos en la aceptación de obras nuevas implica que se acepta un deterioro inicial de la carretera que reducirá la vida útil y el desempeño de la ruta, haciendo necesarias las intervenciones de mantenimiento de manera anticipada.

Gráfico N° 1.
Avance del deterioro respecto al tiempo



En el siguiente gráfico se resumen los valores obtenidos de regularidad superficial a lo largo de proyecto; se plantea también una comparación de los valores obtenidos en las mediciones y un parámetro de aceptación internacional, como por ejemplo el valor de IRI de 1.105, valor promedio tomado del cuadro N° 6 como aceptación de obra nueva en Connecticut, Estados Unidos. Es posible observar que casi todos los valores obtenidos en las mediciones no satisfacen ese valor de IRI propuesto, por lo cual en este escenario el proyecto es de calidad no aceptable.

Gráfico N° 2.
Variación de la regularidad superficial del pavimento.



En el documento Asset Management Business Framework, Apendix Document, sección 6.2, del Departamento de Transportes de New Brunswick de Canadá, se define el PRI, Pavement Roughness Index, como el valor que correlaciona en escala de 0 a 100, el desempeño del pavimento con los valores de la rugosidad y le asigna una clasificación, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 7.

Índices de condición de pavimentos típicos
y escala de clasificación.

PCR	PRI		
Muy bueno	80	a	100
Bueno	60	a	79
Regular	40	a	59
Pobre	25	a	39
Fallado	0	a	24

El valor del PRI de cada sección se calcula de los datos de IRI medidos por el perfilómetro láser mediante la siguiente fórmula:

$$PRI_J = 100 \left(1 - \frac{IRI_J - IRI_{\min}}{IRI_{\max} - IRI_{\min}} \right)$$

En esta ecuación los términos son: IRI_J el valor en una sección particular, IRI_{\min} el mínimo del grupo de datos e IRI_{\max} corresponde al máximo valor de regularidad superficial.

Aplicando esta fórmula, el PRI de la carretera en estudio da como resultado 56.44, valor que clasifica al pavimento en una condición Regular, según el cuadro N° 4, lo cual es sinónimo de que los trabajos realizados presentan deficiencias que afectarán su desempeño futuro, las cuales se traducirán en costos de operación adicionales para los usuarios y una reducción en la vida útil de la vía.

Es conveniente que CONAVI incluya dentro de la normativa de recepción de obras los criterios de pago en función de la calidad incluyendo un apartado para la medición de la rugosidad del pavimento, parámetro que ayudará a garantizar la calidad de las obras desde el punto de vista de menores costos de operación

de los vehículos en las carreteras y periodos de servicio de las vías tal y como se parte en los diseños, en procura de optimizar la eficiencia en la inversión de los fondos públicos en la red vial nacional.

De las anteriores observaciones y los valores obtenidos es importante hacer énfasis en que la estructura de pavimento construida se clasifica como regular tomando como referencia los estándares estructurales y de condición superficial del pavimento. Dado que el tramo vial permaneció en funcionamiento varios años antes de realizar la colocación de la carpeta asfáltica, el deterioro sufrido en esos años ha disminuido su capacidad estructural y ha inducido deformaciones que demuestran que el pavimento entró en servicio en la actualidad en una condición regular, por lo cual, su vida útil será menor a una estructura de pavimentos completa desde su construcción inicial con buenos estándares de calidad.

Los parámetros anteriores no estaban incluidos como especificación de este contrato vial, pero su observancia establece los antecedentes de la condición de la carretera para consideraciones futuras al evaluar el desempeño de la estructura de pavimento. Además los parámetros medidos son indicadores de la posible durabilidad del pavimento ante cargas de tránsito, de la homogeneidad de su construcción y de la seguridad vial.

Conclusiones

Después de realizar el análisis de los hallazgos y observaciones relacionadas con la ejecución de este proyecto a cargo de la Dirección de Obras de CONAVI, con base en los documentos contractuales y demás requisitos, se concluye lo siguiente:

1. Para la concepción de este proyecto, se encontró falta de estudios preliminares y planos constructivos, que definieran claramente los trabajos a realizar en dicha licitación así como que:
 - a. No se tomaron en cuenta los problemas existentes en la estructura del pavimento expuesta durante un período de tres años atrás.
 - b. No se consideró como parte de la intervención que requiere la carretera, la condición crítica del sistema de drenajes (alcantarillas), dadas las características lluviosas de la zona y la ausencia de mantenimiento desde que se colocaron dichas alcantarillas, hace más de veinte años.

2. Los procedimientos de tramitación de aprobación de prórrogas a la fecha de entrega de las obras, se incumplieron ya que no se realizan dentro de los límites de tiempo estipulado en el contrato.
3. En este proyecto se incumplieron los procedimientos de elaboración de estimaciones mensuales de pago de obra ya que se redujo la frecuencia de pago de facturas, que en este caso llegaron a ser semanal.
4. En cuanto a la seguridad durante los procesos constructivos hubo deficiencias al no contar con los elementos establecidos en la normativa nacional de demarcación vial.
5. A partir de las visitas realizadas a la zona, se puede concluir que el proyecto presenta problemas en cuanto a fallas de relleno, deslizamientos y secciones en las que no se completó la colocación de carpeta asfáltica, por lo que la denominación de esta licitación como “Trabajos finales” de la ruta, no se ha logrado cumplir al existir trabajos pendientes.
6. No se han incorporado criterios de recepción de obra tomando en cuenta modelos de pago en función de la calidad ni evaluación de desempeño de la estructura de pavimento.
7. La estructura de pavimento presenta deterioros en cuanto a su capacidad estructural y regularidad superficial, lo cual permite afirmar que su vida útil será menor a la de un pavimento inicial construido en una etapa bajo estricto cumplimiento de estándares de calidad.

Recomendaciones

Después de realizar el análisis de los hallazgos y observaciones relacionadas con la ejecución de este proyecto a cargo de la Dirección de Obras de CONAVI, con base en los documentos contractuales y demás requisitos, se emiten las siguientes recomendaciones:

1. Realizar los estudios necesarios a fin de incorporar al proyecto, aquellas obras que permitan cumplir efectivamente el objeto contractual, tomando en cuenta el deterioro propio por el paso del tiempo, vehículos y eventos naturales de las obras construidas.
2. Verificar que los trámites que se realizan durante la ejecución de los proyectos viales son ejecutados en los tiempos establecidos por ley, a fin de evitar prescripciones de plazo en los reclamos o solicitudes que se realizan en

las dependencias de la Administración.

3. Garantizar el apego estricto a las directrices respecto a la tramitación de estimaciones de obra en todos sus ítemes, especialmente aquellos que incorporen dentro de sus procesos derivados del petróleo, ya que al respecto existe normativa en los documentos contractuales.
4. Exigir el cumplimiento de la normativa de señalamiento de seguridad durante la construcción del proyecto, a fin de no comprometer la seguridad del tránsito que circula durante la ejecución de los contratos viales, en especial, cuando los sectores en los que se trabaja se habilitan parcialmente.
5. Hacer los estudios necesarios previos al inicio de las obras para valorar a tiempo aquellas obras necesarias para cumplir con el interés público del objeto contractual licitado en un 100%, a fin de realizar una inversión eficaz de los recursos destinados a la construcción y rehabilitación de las obras viales.
6. Mejorar la gestión de calidad de los proyectos al implementar un sistema de pago en función de la calidad de la obra para las obras a cargo de la Dirección de Obras, a fin de que se garantice la calidad de los materiales y los procesos constructivos dentro de márgenes de aceptabilidad razonables y su pago sea función de ellos.

Referencias Bibliográficas.

1. *Kim, Y.R. and Park, H. (2002). Use of Falling Weight Deflectometer Multi-Load Data for Pavement Strength Estimation. Final Report, (Report N° FHWA/NC/2002-006), North Carolina Department of Transportation, (research Project N° HWY-00-4), Raleigh, NC.*
2. *Kim, Y.R. (1998), Assessing Pavement Layer Condition Using deflection data, National Cooperative Highway Research Program (NCHRP Project 10-48, Transportation Research Board.*
3. *Valores obtenidos de especificaciones de Países europeos como: Gran Bretaña, Países Bajos y Austria. Reporte de investigación LM-PI-PV-IN-27B-05.*
4. *Xwave, Asset Management Business Framework, Apendix Document, sección 6.2, del Departamento de Transportes de New Brunswick de Canadá*

Firmas del equipo auditor

Aud. Ing. Guillermo Morales G.

Aud. Ing. Edgar Herrera J.

Ing. Jenny Chaverri Jimenez
Coordinadora de Auditoría Técnica
