



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS Y
PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA
VÍA E INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE
LOS PUENTES PROYECTO: RUTA
NACIONAL NO.35 SECCIÓN:
"SIFÓN-LA ABUNDANCIA" **LM-PI-
AT-014-15 PARTE 3 DE 3**

PREPARADO POR

**Acosta-Hernández, Erick
Fonseca-Chaves, Francisco
Hidalgo-Arroyo, Ana Elena
Sequeira-Rojas, Wendy
Loría-Salazar, Luis Guillermo**

Programa de
Infraestructura
del Transporte



programa de infraestructura
del transporte

PITRA

San José, Costa Rica
Febrero, 2016

UAT Unidad de
Auditoría Técnica

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA VÍA E INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES PROYECTO: RUTA NACIONAL NO.35 SECCIÓN: "SIFÓN-LA ABUNDANCIA" LM-PI-AT-014-15 PARTE 3 DE 3

Acosta-Hernández, Erick ¹; Fonseca-Chaves, Francisco ²; Hidalgo-Arroyo, Ana Elena ³; Sequeira-Rojas, Wendy ⁴ y Loria-Salazar, Luis Guillermo ⁴

1. Ingeniero Auditor Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
2. Ingeniero Auditor Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
3. Ingeniero Auditor Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
4. Coordinador Unidad de Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
5. Coordinador general Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR

Palabras Clave: PITRA, Construcción, Puentes Mezcla asfáltica, Pesaje de vagonetas, Control del tránsito, barreras.

Resumen: *Objetivo: Evaluar las prácticas y procesos constructivos observados en secciones de pavimento y en los puentes del proyecto y realizar una inspección estructural de los puentes en dos visitas de campo, una en diciembre de 2014 y la segunda en julio de 2015, en las cuales se realiza una comparación con respecto a lo indicado en planos y aspectos constructivos observados en campo. Sobre los aspectos constructivos en la vía: Durante las visitas técnicas realizadas al proyecto no se observó de manera constante la presencia de la inspección por parte de la Administración. Sobre los aspectos de Control de Tránsito: Se observó la ejecución de los trabajos de construcción de la carretera Sifón-Abundancia con deficiente señalización temporal de control del tránsito tanto para el tránsito particular, los obreros y los peatones, esto a pesar de que existe control de acceso vehicular en el inicio (Sifón) y final del proyecto y en las estaciones 20+000 y 32+000 aproximadamente. Sobre el peso de las vagonetas durante la construcción de la vía: Durante las visitas realizadas al proyecto se ha observado que las vagonetas cargadas con mezcla asfáltica caliente transitan sobre las diferentes capas del proyecto. Los reportes de salida de mezcla asfáltica de la planta del proyecto y las boletas de despacho de las vagonetas cargadas de mezcla asfáltica obtenidos por el equipo auditor, muestran que la carga total (peso del camión y su carga) en la mayoría de los viajes, excede las 30 toneladas. El resultado del análisis indica que las 47 vagonetas con sobrepeso encuestadas corresponden a la aplicación del 27% de todas las repeticiones de cargas de diseño de un día, dicho de otra forma cada 10 vagonetas sobrecargadas del tipo C3 aplican el 5,7% de las repeticiones de carga de un día de tráfico vehicular, sin contabilizar las aplicadas por las tipo C4, por lo que la cantidad de daño es aún mayor por causa de la combinación del paso de ambos vehículos. Sobre la barrera rígida divisoria: Existe una ausencia de especificaciones sobre las características físicas y el comportamiento esperado de la barrera divisoria rígida del proyecto que provoca el riesgo de que estos elementos no cumplan con los requerimientos de seguridad vial de la carretera durante su etapa de operación y la inversión realizada en la colocación y la calidad de estos elementos no pueda ser evaluada por la Administración. Aspectos constructivos en los puentes: Con respecto a la inspección de los puentes se concluye que existen focos de corrosión y descascaramiento de la pintura en las vigas de los puentes Espino y la Vieja.*

Referencias

1. Unidad de Auditoría Técnica. (2012). Evaluación de los estudios geotécnicos preliminares, proyecto: Sifón-La Abundancia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
2. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Vialidad (2002). Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica MC-2002. Capítulo No 7.
3. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (1977). Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-77. Capítulo No 1 y Capítulo No 3.
4. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (2010). Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-2010.
5. Ramirez-Villalba, A., & Castillo-Barahona, R. (2015). LM-PIE-02-15: Inspección De Puentes Del Proyecto Sifón - La Abundancia Ruta Nacional NO.35. Lanamme, PIE, San José.

CONSTRUCTION PRACTICES EVALUATION AND STRUCTURAL BRIDGES INSPECTION PROJECT: NATIONAL ROUTE NO.35 SECCIÓN: "SIFÓN-LA ABUNDANCIA" LM-PI-AT-014-15 PARTE 3 DE 3

Acosta-Hernández, Erick¹; Fonseca-Chaves, Francisco²; Hidalgo-Arroyo, Ana Elena³;
Sequeira-Rojas, Wendy⁴ y Loria-Salazar, Luis Guillermo⁴

1. Audit Engineer Technical Audit Department PITRA LanammeUCR
2. Audit Engineer Technical Audit Department PITRA LanammeUCR
3. Audit Engineer Technical Audit Department PITRA LanammeUCR
4. Coordinator Audit Department PITRA LanammeUCR
5. General Coordinator Transportation Research Program (PITRA) LanammeUCR

Keywords: PITRA, Construction, bridges, hot mix asphalt, weighing trucks, traffic control, barriers

Abstract: Objective: To evaluate construction practices observed in sections of pavement and bridges of the project and conduct a structural inspection of bridges. Construction aspects: During the technical visits to the project, the inspection was not observed constantly. Traffic control: poor temporary traffic control signage was observed, even though there is control vehicular access in the beginning of the project (Sifón) and at the end and at station 20+000 and 32 + 000 approximately. Weighing Trucks: During visits to the project it has been observed that the trucks loaded with hot mix asphalt pass on the different layers of the project. Reports of the asphalt plant show that the total load (weight of the truck and its cargo) on most trips, exceed 30 tons. Dividing rigid barrier: There is no specifications on the physical characteristics and the expected behavior of the rigid separation barrier in the project that could cause the risk that these items do not meet the requirements of the road traffic during operation stage. Bridges Inspection: There are signs of corrosion and peeling paint on the beams of the bridges Espino and La Vieja.

References

1. Unidad de Auditoría Técnica. (2012). Evaluación de los estudios geotécnicos preliminares, proyecto: Sifón-La Abundancia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.
2. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Vialidad (2002). Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica MC-2002. Capítulo No 7.
3. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (1977). Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-77. Capítulo No 1 y Capítulo No 3.
4. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (2010). Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-2010.
5. Ramirez-Villalba, A., & Castillo-Barahona, R. (2015). LM-PIE-02-15: Inspección De Puentes Del Proyecto Sifón - La Abundancia Ruta Nacional NO.35. Lanamme, PIE, San José.

Acosta Hernández, E., Fonseca Chaves, F., Hidalgo Arroyo, A. E., Sequeira Rojas, W., & Loría Salazar, L. G. (2015). *LM-PI-AT-014-15 PARTE 3 de 3 Evaluación de las prácticas y procesos constructivos de la vía e inspección estructural de los puentes. Proyecto: Ruta Nacional No. 35 Sección: Sifón - La Abundancia*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) LanammeUCR.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-014-15
PARTE 3 DE 3

EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA VÍA E INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES

PROYECTO: RUTA NACIONAL NO.35 SECCIÓN: "SIFÓN-LA ABUNDANCIA".

INFORME FINAL

Preparado por:
Unidad de Auditoría Técnica

San José Costa Rica



Documento generado con base en el Art. 6, inciso b) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capít.7, Art. 68 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.

Información técnica del documento

1. Informe en versión preliminar LM-PI-AT-014-15. Parte 3 de 3	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA VÍA E INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA RUTA NACIONAL NO.35 SECCIÓN: SIFÓN- LA ABUNDANCIA. PARTE 3 DE 3.	4. Fecha del Informe Febrero 2016	
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias ---*---*---		
9. Resumen <p>Objetivo: Evaluar las prácticas y procesos constructivos observados en secciones de pavimento y en los puentes del proyecto y realizar una inspección estructural de los puentes en dos visitas de campo, una en diciembre de 2014 y la segunda en julio de 2015, en las cuales se realiza una comparación con respecto a lo indicado en planos y aspectos constructivos observados en campo.</p> <p>Sobre los aspectos constructivos en la vía: Durante las visitas técnicas realizadas al proyecto no se observó de manera constante la presencia de la inspección por parte de la Administración.</p> <p>Sobre los aspectos de Control de Tránsito: Se observó la ejecución de los trabajos de construcción de la carretera Sifón-Abundancia con deficiente señalización temporal de control del tránsito tanto para el tránsito particular, los obreros y los peatones, esto a pesar de que existe control de acceso vehicular en el inicio (Sifón) y final del proyecto y en las estaciones 20+000 y 32+000 aproximadamente.</p> <p>Sobre el peso de las vagonetas durante la construcción de la vía: Durante las visitas realizadas al proyecto se ha observado que las vagonetas cargadas con mezcla asfáltica caliente transitan sobre las diferentes capas del proyecto. Los reportes de salida de mezcla asfáltica de la planta del proyecto y las boletas de despacho de las vagonetas cargadas de mezcla asfáltica obtenidos por el equipo auditor, muestran que la carga total (peso del camión y su carga) en la mayoría de los viajes, excede las 30 toneladas. El resultado del análisis indica que las 47 vagonetas con sobrepeso encuestadas corresponden a la aplicación del 27% de todas las repeticiones de cargas de diseño de un día, dicho de otra forma cada 10 vagonetas sobrecargadas del tipo C3 aplican el 5,7% de las repeticiones de carga de un día de tráfico vehicular, sin contabilizar las aplicadas por las tipo C4, por lo que la cantidad de daño es aún mayor por causa de la combinación del paso de ambos vehículos.</p> <p>Sobre la barrera rígida divisoria: Existe una ausencia de especificaciones sobre las características físicas y el comportamiento esperado de la barrera divisoria rígida del proyecto que provoca el riesgo de que estos elementos no cumplan con los requerimientos de seguridad vial de la carretera durante su etapa de operación y la inversión realizada en la colocación y la calidad de estos elementos no pueda ser evaluada por la Administración.</p> <p>Aspectos constructivos en los puentes: Con respecto a la inspección de los puentes se concluye que existen focos de corrosión y descascamiento de la pintura en las vigas de los puentes Espino y la Vieja.</p>		
10. Palabras clave PITRA, Construcción, Puentes Mezcla asfáltica, Pesaje de vagonetas, Control del tránsito, barreras.	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 35

INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

"Evaluación de las prácticas y procesos constructivos de la vía e inspección estructural de los puentes del proyecto de Construcción de la Ruta Nacional No.35 Sección: Sifón- La Abundancia". PARTE 3 DE 3.

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Construcción de Vías y Puentes de CONAVI, a través de la Unidad Ejecutora de Sifón-La Abundancia.

Empresa responsable de verificación de calidad: Durante el periodo de la auditoría técnica (Enero y Agosto del 2015) el Laboratorio del MOPT ejerció la función de verificación de calidad.

Empresa contratista responsable de la Construcción: Sánchez Carvajal

Empresa responsable del control de calidad: OJM Consultores de Calidad y Laboratorios S.A.

Monto original del contrato: US\$61.049.657,12, Addendum N°2: US\$77.558.295,00 Addendum N° 6 US\$43.449.446.95

Plazo original de ejecución: 1460 días naturales. Addendum N°2: incrementa a 910 días Addendum N° 6 571 días adicionales hasta el 13 de octubre del 2015.

Longitud del proyecto: 29,73 km (9+700 a 39+400)

Coordinador General de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA:

Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, PhD.

Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Audidores:

Ing. Erick Acosta Hernández

Ing. Francisco Fonseca Chaves

Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo

Experto Técnico:

Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD. Coordinador Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR

Asesor Legal:

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

Con respecto a la valoración general de los puentes se realizan dos visitas de campo, una en diciembre de 2014 y la segunda en julio de 2015. Se realizó una comparación con respecto a lo indicado en planos y la condición de las estructuras. Con respecto a la construcción del pavimento se realizaron visitas periódicas al proyecto con el propósito de observar el procedimiento y prácticas constructivas durante los meses de enero a agosto de 2015.

Vistas del proyecto auditado:



Figura 1. Actividades en el proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS	5
LISTA DE FIGURAS	5
1. FUNDAMENTACIÓN	6
2. ESTRUCTURA GENERAL DEL INFORME	6
3. OBJETIVO Y ALCANCE DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS.....	7
4. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR	8
5. RESPONSABLES DEL PROYECTO	8
6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.....	9
7. ANTECEDENTES DEL INFORME.....	9
7.1 NORMATIVA VIGENTE.....	12
8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	13
9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME	
PRELIMINAR LM-PI-AT-014B-15.	14
10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	15
10.1 SOBRE LAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS	16
10.2 SOBRE EL CONTROL DEL TRÁNSITO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....	17
10.3 SOBRE EL PESO DE LAS VAGONETAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA.....	20
10.4 SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BARRERA RÍGIDA DIVISORIA	28
10.5 SOBRE LA INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DEL PROYECTO..	31
11. CONCLUSIONES	33
12. RECOMENDACIONES	34
REFERENCIAS	34

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE CORRESPONDENCIA DURANTE EL PROCESO DE AUDITORÍA TÉCNICA.....	10
TABLA 2. RESUMEN DE INFORMACIÓN DISCUTIDA EN LA REUNIÓN DEL 28/01/2015.	11
TABLA 3. RESUMEN DE LA INFORMACIÓN SOLICITADA DURANTE LA REUNIÓN DEL 09-09-2015	12
TABLA 4. SECCIÓN TÍPICA EJE PRINCIPAL DEL PROYECTO.....	14
TABLA 5. EJES EQUIVALENTES Y FACTOR CAMIÓN CALCULADOS.....	26
TABLA 6. COMPARACIÓN DE ESALS DEL PROYECTO DURANTE LA ETAPA CONSTRUCTIVA .	27
TABLA 7. REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES DE LA BARRERA RÍGIDA DEL PROYECTO.....	30

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ACTIVIDADES EN EL PROYECTO.....	3
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	13
FIGURA 3. PUENTE SIN SEÑALIZACIÓN. ESTACIÓN 24+650. FECHA: 19 DE AGOSTO DE 2015.18	
FIGURA 4. EXCAVACIÓN PARA ALCANTARILLA. ESTACIÓN 37+400.FECHA: 24 DE FEBRERO DE 2015.....	18
FIGURA 5. FRENTE DE OBRA. ESTACIÓN 12+480. FECHA: 13 DE MAYO DE 2015.	19
FIGURA 6. VAGONETA TIPO C4 DURANTE LA COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA CON UN EJE LEVANTADO, ESTACIÓN 33+650. FECHA: 24 DE FEBRERO 2015.	21
FIGURA 7. VAGONETA NO. 9-56 (TIPO C3) DURANTE EL PROCESO DE COLOCACIÓN DE MEZCLA ASFÁLTICA, ESTACIÓN 32+980. FECHA: 17 DE MARZO DE 2015.	21
FIGURA 8. RESULTADOS DE PESAJE DE VAGONETAS.....	22
FIGURA 9. BOLETA DE DESPACHO DE MEZCLA ASFÁLTICA, ESTACIÓN 34+035.	23
FIGURA 10. CONTROL DE SALIDA DE MEZCLA ASFÁLTICA NO. 542 DE LA PLANTA DEL PROYECTO.	23
FIGURA 11. PESO DE VAGONETAS REPORTADO EN LA PLANTA.....	24
FIGURA 12. DETALLE DE MURO NEW JERSEY	29
FIGURA 13. (A) Y (B) ELEMENTOS DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE DEL PUENTE SOBRE EL RÍO ESPINO APILADOS A LA INTEMPERIE. (C) Y (D) SIGNOS DE OXIDACIÓN Y CORROSIÓN EN ÁREAS DONDE SE HA DETERIORADO LA PINTURA. (RAMIREZ-VILLALBA & CASTILLO-BARAHONA, 2015)	31
FIGURA 14. ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE SOBRE EL RÍO LA VIEJA APILADOS A LA INTEMPERIE. (RAMIREZ-VILLALBA & CASTILLO-BARAHONA, 2015)	32

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 5 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	----------------

INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA. EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS EN LA VÍA E INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA RUTA NACIONAL NO.35 SECCIÓN: SIFÓN- LA ABUNDANCIA.

1. FUNDAMENTACIÓN

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N° 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N° 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

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

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

2. ESTRUCTURA GENERAL DEL INFORME

Este informe corresponde a la tercera entrega de un compendio de tres volúmenes que se desarrollaron a raíz de la Auditoría Técnica realizada al proyecto Ruta Nacional No.35 Sección: "Sifón-La Abundancia". En cada una de las partes se examina un tema específico relacionado con el desarrollo del proyecto, según se detalla a continuación:

- PRIMERA PARTE: “Evaluación de los parámetros de desempeño (IRI, FWD, GRIP, APA y Fatiga) del proyecto”.
- SEGUNDA PARTE: “Evaluación de los materiales de granulares, base estabilizada con cemento, la mezcla asfáltica y de la planta de producción de la Constructora Sánchez Carvajal”
- TERCERA PARTE: “Evaluación de las prácticas y procesos constructivos en la vía e inspección estructural de los puentes del proyecto de Construcción de la Ruta Nacional No.35 Sección: Sifón- La Abundancia.”

3. OBJETIVO Y ALCANCE DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que, la Administración, de manera oportuna tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.

El alcance del estudio que desarrolla esta auditoría consiste en una inspección estructural de los puentes. Para ello se realizan dos visitas de campo, una en diciembre de 2014 y la segunda en julio de 2015. Se realiza una comparación con respecto a lo indicado en planos para emitir conclusiones y recomendaciones.

Se entiende por inspección estructural el reconocimiento visual de todos los elementos estructurales y no estructurales del puente incluyendo sus accesos y elementos de la seguridad vial, a los cuales se tiene acceso por parte de un inspector o ingeniero civil con experiencia en la realización de inspecciones de puentes, con el fin de evaluar su deterioro el día de la inspección.

Con respecto a la construcción de la estructura del pavimento se realizaron visitas periódicas durante los meses de enero y agosto de 2015 al proyecto con el propósito de observar el procedimiento y prácticas constructivas.

Objetivo General del Informe de Auditoría Técnica

El objetivo de este informe es evaluar las prácticas y procesos constructivos observados en secciones de pavimento y en los puentes del proyecto y realizar una inspección estructural de los puentes para realizar una comparación con respecto a lo indicado en planos y aspectos constructivos observados en campo.

Objetivos Específicos del Informe de Auditoría Técnica

- Realizar una evaluación de las prácticas y procesos constructivos de secciones del pavimento y los detalles técnicos a nivel de diseño estructural del pavimento.
- Realizar una inspección estructural del estado de los puentes del proyecto, donde se analizan aspectos tales como la condición estructural del puente, el avance en su construcción, que elementos faltan para completar su construcción y contrastar lo indicado en planos constructivos con lo observado en sitio.

4. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR

A continuación se describe el equipo auditor que desarrolló la primera entrega del informe LM-PI-AT-014-2015 (Parte 3 de 3)

Unidad de Auditoría Técnica

- Ing. Ana Hidalgo Arroyo, Auditora Técnica Líder
- Ing. Erick Acosta Hernández, Auditor Técnico
- Ing. Francisco Fonseca Chaves, Auditor Técnico
- Ing. Wendy Sequeira Rojas, Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica

Asesor Legal

- Lic. Miguel Chacón Alvarado

Experto Técnico

- Ing. Rolando Castillo Barahona PhD, Coordinador del Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR

5. RESPONSABLES DEL PROYECTO

a) Responsables por parte de la Administración:

- Entidad ejecutora del contrato: Unidad Ejecutora, CONAVI : Ing. Pablo Torres Morales, Director Unidad Ejecutora.
- Supervisión por parte de la Administración: De enero a octubre del 2015 el Laboratorio del MOPT ejerció la función de verificación de calidad y a partir de octubre el laboratorio de LGC Ingeniería de Pavimentos S.A. fue contratado por el I.C.E. desempeñando esa labor.

b) Responsables por parte de la empresa constructora:

- Contratista: Constructora Sánchez Carvajal.
- Laboratorio de Autocontrol de Calidad: el laboratorio de autocontrol es OJM Consultores de Calidad y Laboratorios S.A., que es la empresa encargada de efectuar los ensayos de control de calidad a los materiales y procesos constructivos que realiza el Contratista en este proyecto.



6. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

La fiscalización que realiza la Auditoría Técnica del LanammeUCR es un proceso independiente, basado en normas y procedimientos establecidos, aplicando criterios objetivos en procura de lograr el cumplimiento del alcance y los objetivos definidos para cada uno de los estudios desarrollados. Este proceso no limita a que algunas actividades puedan realizarse en conjunto con el auditado.

Es importante aclarar que la toma de muestras por parte de la Auditoría Técnica dentro del proceso de fiscalización, no tiene como finalidad cumplir la función del autocontrol ni la verificación de calidad, por lo que la información aportada no constituye un dictamen final de la calidad, sino un insumo para que la Administración analice los resultados obtenidos por el LanammeUCR y tenga una referencia en el orden de magnitud de los parámetros analizados

Este informe de Auditoría Técnica se efectuó siguiendo los procedimientos de auditoría técnica, mediante la revisión documental, entrevistas, análisis de la información y visitas técnicas al sitio.

7. ANTECEDENTES DEL INFORME

Como antecedentes en el tema de estudios geotécnicos, previo a este informe se tiene el informe de Auditoría Técnica LM-PI-AT-102-12 “Evaluación de los estudios geotécnicos preliminares”, sobre este mismo proyecto Sifón-La Abundancia, que consistió en la primera parte del estudio enfocado en el área geotécnica y en el cual, específicamente se realizó una revisión inicial sobre la suficiencia de los estudios geotécnicos preliminares con los que contaba el proyecto, así como la aplicación de un estudio de zonificación geotécnica, que permite la identificación de tramos críticos susceptibles a deslizamientos.

A continuación una serie de procesos y comunicaciones que se mantuvieron con la Administración durante el desarrollo de este informe de auditoría técnica externa.

Como parte del proceso de auditoría se realiza una gira el día 10 de diciembre de 2014, en conjunto con el Ing. Rolando Castillo Barahona PhD, coordinador del Programa de Ingeniería Estructural en calidad de experto técnico. Durante la visita técnica se realiza una inspección para evaluar la condición de los puentes, para conocer el avance en su construcción y para verificar que lo construido coincide con lo indicado en planos constructivos. A partir de esta visita, el Ing. Castillo hace entrega del informe LM-PIE-02-2015 titulado Inspección de los puentes del Proyecto Sifón-Abundancia, Ruta Nacional No.35.

Posteriormente, a manera de seguimiento, el 16 de julio de 2015 se realiza una segunda visita al proyecto, con la presencia del experto técnico. A partir de esta visita se genera el Reporte de inspección LM-PIE-17-2015, en el que igualmente se presentan observaciones con respecto al avance en la construcción de los puentes con respecto a lo observado en la visita previa, y se emiten comentarios sobre la condición de los mismos.

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 9 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	----------------

En la Tabla 1 se resumen las principales comunicaciones y oficios emitidos durante el periodo de la auditoría técnica. Es posible observar que algunas consultas no fueron evacuadas apropiadamente en tiempo y forma, por lo que esta Auditoría Técnica ha debido acudir al recurso de la convocatoria a reunión para poder evacuarlas y dar continuidad al proceso de auditoría

Tabla 1. Resumen de correspondencia durante el proceso de auditoría técnica

Número de Oficio	Fecha	Asunto	Respuesta de la Administración
LM-AT-083-14	24/07/2014	Solicitud de: -Estimaciones de pago y reajustes. -OM-14 en adelante y OS. -Adenda N°3 -Control y Verificación de Calidad. -Especificaciones técnicas. Programa de trabajo.	-
LM-AT-107-14	6/10/2014	Solicitud de: -Diseño de BE -Diseño de MAC -Diseño de pavimento -Especificaciones especiales materiales. -Programa de trabajo	GCVP-PSC-14-425
LM-AT-118-14	30/10/2014	Prácticas constructivas: -Colocación de imprimación. -Colocación de riego de liga.	-
LM-AT-121-14	04/11/2014	Resultado de cilindros de BE	-
LM-AT-127-14	02/12/2015	Solicitud de información: -Estudio de Tránsito del proyecto. -Diseño de mezcla. -Mezcla asfáltica producida. -Diseño estructural del pavimento	-
LM-AT-132-14	15/12/2014	Adherencia en núcleos extraídos	-
LM-AT-022-15	28/01/2015	Resultados de resistencia a la compresión de BE	*
LM-AT-023-15	28/01/2015	Resultados de IRI	*
LM-AT-024-15	28/01/2015	Solicitud de información: -Memorias de cálculo y planos de puentes. -Especificaciones y normativa puentes. -Estudios preliminares puentes. -Diseño estructural baranda tipo New Jersey. -Estimaciones de pago y reajustes -Informes de control y verificación de calidad.	*
LM-AT-028-15	02/02/2015	Acuerdos tomados el día de la reunión 28/01/2015 en San Ramón	*
LM-AT-071-15	03/06/2015	Solicitud certificados de calibración de la planta.	GCPV-PSC-28-15-342
LM-AT-077-15	21/05/2015	Cálculo de IRI	*
LM-AT-078-15	21/05/2015	Aspectos constructivos y de buenas prácticas -Sobre la falta de supervisión en obra. -Sobre el riego de liga	*
LM-AT-082-15	02/06/2015	Resultados de despeño de la MAC	*
LM-AT-093-15	09/07/2015	Respuesta a la GCR N°09569	-

LM-AT-103-15	06/08/2015	Solicitud de información -Oficios relacionados con la Adenda N°6 y 7 -Descriptivas de las estimaciones de pago	*
--------------	------------	--	---

- (-) No se recibe respuesta por parte de la Administración.
(*) No se solicita respuesta de la Administración.

El día 28 de enero de 2015, se llevo a cabo una reunión en la oficina de la Unidad Ejecutora del proyecto Sifón-La Abundancia, en ésta se entregó a esta Auditoría Técnica parte de la información solicitada vía oficios. A continuación se presenta en la Tabla 2 un resumen con la información entregada y la pendiente.

Tabla 2. Resumen de información discutida en la reunión del 28/01/2015.

Información solicitada	Oficio de referencia	Estado
Memorias de cálculo y planos de los diseños estructurales de los puentes y pasos a desnivel del proyecto (última versión aprobada).	LM-AT-024-15 28/01/2015	- Se entregó en la reunión información de memoria de diseño y Láminas del puente sobre el río Espino. Adicionalmente se entregó láminas del puente San Cristóbal. Está pendiente la información del resto de puentes y pasos a desnivel.
Especificaciones técnicas y normativa de los puentes.	LM-AT-024-15 28/01/2015	Se entregó en la reunión
Diseño estructural, nivel de contención, planos de instalación, resistencia del concreto y otras especificaciones técnicas sobre la barrera separadora rígida tipo "New Jersey".	LM-AT-024-15 28/01/2015	Pendiente al 28-01-2015
Estudios preliminares realizados para el diseño de los puentes	LM-AT-024-15 28/01/2015	Se entregó en la reunión información sobre estudios Geofísicos y Geológicos de los puentes. Y el análisis por parte de Vieto de un diagnóstico geotécnico del puente quebrada Laguna presentado por Geomeca Consultores Geomecánicos.
Estimaciones de pago y reajustes actualizados a la fecha	LM-AT-024-15 28/01/2015	Se acordó realizar visitas periódicas a la oficina de la Unidad Ejecutora en San Ramón para escanear dicha información.
Informes de control y verificación de calidad de los materiales.	LM-AT-024-15 28/01/2015	Se acordó realizar visitas periódicas para escanear dicha información.

Posteriormente, se realizó una reunión el día 09 de septiembre de 2015, donde al igual que en el caso anterior, se entregó a esta Auditoría Técnica de forma parcial la información solicitada vía oficios. A continuación se presenta en la Tabla 3 un resumen con la información entregada:

Tabla 3. Resumen de la información solicitada durante la reunión del 09-09-2015

Información solicitada	Estado
Certificados de Calibración de la planta	Entregados
Control de Calidad	Entregados vía correo electronico 10/09/2015 por el Ing. Gustavo Bolaños.
Estimaciones y reajustes de pago a partir de la No. 108	Se escanearon los documentos durante la reunión.
Diseño de la barrera separadora	Entregado vía correo electrónico los días 27/10/2015 y 03/11/2015
Sobre prácticas y procesos constructivos	Se discutió en la reunión sobre el sello de imprimación en la base estabilizada, el riego de liga entre la capa de base y mezcla asfáltica y sobre los valores de resistencia a la compresión de base estabilizada e IRI.
Cronograma de trabajo Fecha de finalización Porcentaje de avance de obra	Entregado vía correo electrónico 27/10/2015

7.1 NORMATIVA VIGENTE

El proyecto considera en el contrato que la regulación vigente para este proyecto es el CR-77 "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes" y el MC-83 "Manual de Construcción para Caminos, carreteras y puentes"; sin embargo en el año 2014 el CONAVI y el contratista suscribieron las adendas 6 y 7 al contrato, en donde se estableció como parte integrante de los documentos del contrato y de acatamiento obligatorio para las partes el Manual de Construcción para caminos, carreteras y puentes MC-2002.

Este Manual, MC-2002, establece un apartado para asegurar el cumplimiento de los requisitos del contrato, y el capítulo N°5 Control de Trabajo, enumera una serie de controles mínimos que debería tener la Administración para el recibo satisfactorio de los trabajos.

8. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El contrato “Construcción de la Nueva Carretera a San Carlos, Sección Sifón-Ciudad Quesada -La Abundancia” inició su ejecución tal y como fue concebido originalmente desde que fue refrendado por la Contraloría General de la República en junio del 2005, según lo indica el Addendum N°2 al contrato, firmado en abril del 2011.

Este proyecto ha experimentado diversos cambios como consecuencia de situaciones político-administrativas que se han dado en el país y en la gestión del proyecto, como por ejemplo, la ruptura de relaciones diplomáticas entre Costa Rica y la República de China en Taiwán (en junio del 2007) que generó la cesión del contrato a la empresa Constructora Sánchez Carvajal, y cambios del personal responsable de la Unidad Ejecutora por parte del CONAVI.

El proyecto Sifón – Abundancia se ubica en los cantones de San Ramón y San Carlos, provincia de Alajuela, en la zona de paso intermontano entre la Gran Área Metropolitana (GAM) y la Zona Norte.

En la Figura 2 se observa que la ruta se ubica entre las rutas nacionales 141 (Naranjo – Zarcero – Ciudad Quesada) y 702 (San Ramón – Bajo Rodríguez), que actualmente son las principales vías de acceso al cantón San Carlos.

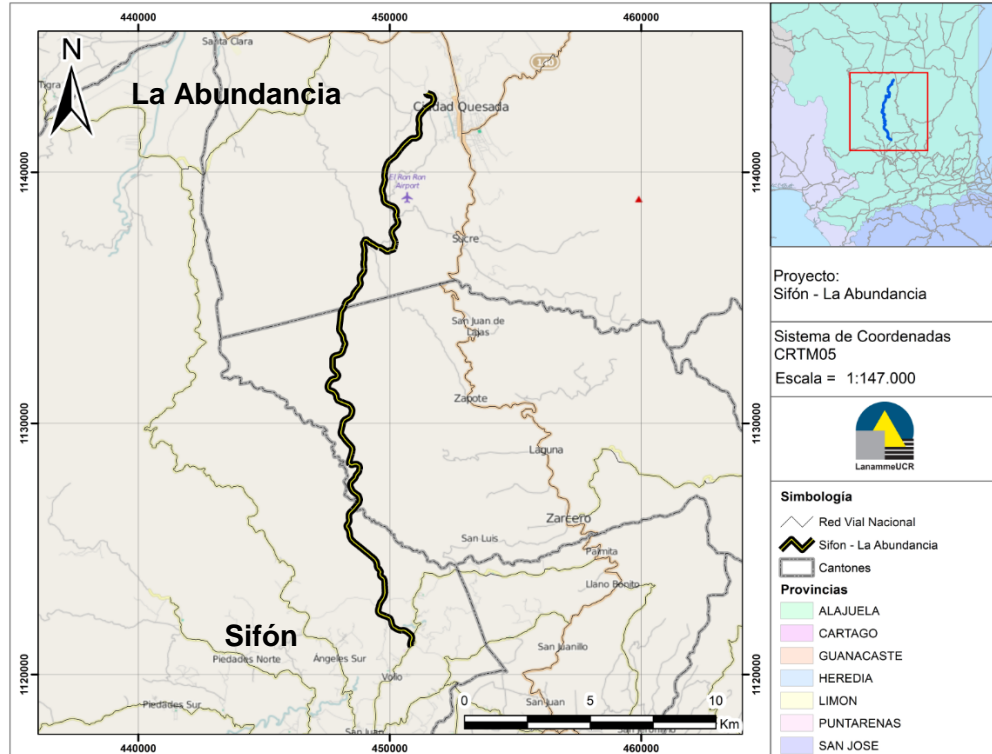


Figura 2. Localización del proyecto.

En la cláusula 2 de la Adenda No. 6, se modifica la ejecución de la estructura del pavimento aprobada en las Adenda No. 2 y No. 3 para que en adelante se utilice la siguiente modulación (ver Tabla 4). También en la Adenda No. 6 se incorporan el reglón de pago de Base Estabilizada con cemento portland tipo BE-25 y el polímero UP-70 para la mezcla asfáltica.

Tabla 4. Sección típica eje principal del proyecto

Estructura de pavimento	Espesor (cm)
Carpeta asfáltica donde 6,5 cm de la última capa llevará polímero UP-70 los otros 6,5 cm son mezcla asfáltica convencional	13
Base estabilizada con cemento portland BE-25	24
Subbase graduación D	30

Fuente: Unidad Ejecutora carretera Sifón-Abundancia

9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME PRELIMINAR LM-PI-AT-014B-15.

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-AT-150-15 del 03 de diciembre del 2015 se envía el informe preliminar LM-PI-AT-014B-15, partes 1,2 y 3, a la parte auditada para que sea analizado y de requerirse, se proceda a esclarecer aspectos que no hayan sido considerados durante el proceso de ejecución de la auditoria, por lo que se otorga un plazo de 15 días hábiles posteriores al recibo de dicho informe para el envío de comentarios al informe preliminar.

Posterior al envío del informe preliminar se le brinda audiencia a la parte auditada para que se refiera al informe preliminar, el día 14 de diciembre a las 9:00am en las instalaciones del LanammeUCR en donde se realizó la presentación del informe LM-PI-AT-014B-15 en su versión preliminar y en la que participaron los ingenieros Ing. Abraham Sanchez Castro, Ing. Gustavo Bolaños Leandro, el Ing. Pablo Torres Morales y Rafael Magaña Aguilar de parte del CONAVI. También se presentaron del ICE el Ing. Abel Rivera Hernandez y el Ing. Rafael Ugalde Sanabria. Así como los auditores encargados del informe Ing. Erick Acosta, Ing. Emilio Corrales, Ing. Victor Cervantes, el Ing. Francisco Fonseca y la Ing. Ana Elena Hidalgo, la coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica-PITRA LanammeUCR, Ing. Wendy Sequeira Rojas.

El día 11 de enero del 2015 a las 9:00am se realiza en las instalaciones del LanammeUCR una reunión con miembros de la Unidad Ejecutora del proyecto de CONAVI, miembros de la supervisión a cargo de ICE, personal de la empresa constructora Sanchez Carvajal y el equipo auditor. En esta reunión se discuten punto a punto las observaciones del auditado y del contratista sobre el informe L-PI-AT-014B-15.



El día 19 de enero de 2015, se recibe el oficio GCVP-PSC-16-011-28 remitido por el director del proyecto, Ing. Pablo Torres, donde la dirección del proyecto y la empresa contratista, Sanchez Carvajal, remiten las observaciones generadas a partir de la presentación y entrega del informe LM-PI-AT-014B-15.

Por lo tanto, en cumplimiento de los procedimientos de auditoría técnica, una vez analizado el documento en mención y considerando la evidencia presentada, se procede a emitir el informe LM-PI-AT-014-15 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldadas en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como hallazgo de auditoría técnica, un hecho que hace referencia a una normativa, informes anteriores de auditoría técnica, principios, disposiciones y buenas prácticas de ingeniería o bien, hace alusión a otros documentos técnicos y/o legales de orden contractual, ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, una observación de auditoría técnica se fundamenta en normativas o especificaciones que no sean necesariamente de carácter contractual, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que mitiguen el riesgo potencial de incumplimiento.

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 15 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	-----------------

10.1 SOBRE LAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS

Observación No. 1: Se pudo evidenciar la falta de supervisión permanente por parte de la Administración en frentes de obra.

Durante las visitas realizadas por el equipo auditor durante el presente año, se ha podido observar que en los frentes de trabajo no se encuentra de forma regular el inspector, o el Ingeniero de proyecto, por parte de la Administración.

Si bien es cierto que el desarrollo de un proyecto de esta magnitud es complejo, es importante y recomendado por las buenas prácticas de la ingeniería, que en actividades claves, como por ejemplo, la colocación de una superficie de ruedo con polímero, en la que se requiere cuidados adicionales con la temperatura de colocación y compactación, esté presente el inspector de la obra.

En el Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica, MC-2002, documento de referencia indicado en las Adendas N° 6 y N° 7 se menciona lo siguiente:

"Capítulo N°5. Control de Trabajo

5.11 Control

El Contratista deberá facilitar el control del trabajo por parte del ingeniero. Este, a su vez, efectuará todas las medidas que estime convenientes, para asegurar el cumplimiento de los requisitos del contrato.

5.12 Controles mínimos que debería observar el ingeniero para recibo de los trabajos. Durante la ejecución de los trabajos, el ingeniero deberá realizar los siguientes controles como mínimo,

11) Riego de imprimación y de liga; tratamientos superficiales bituminosos y sellos; lechadas asfálticas y mezclas asfálticas densas y abiertas en frío y en caliente.

- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones.*
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado al efectuar el tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.*
- Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría, así como control de las temperaturas de mezclado, descargado, extendido y compactación de la mezcla (los requisitos de temperatura son aplicables solo a las mezclas elaboradas en caliente).*
(...)
- Ejecutar pruebas para verificar la eficiencia de los aditivos mejoradores de las características de los cementos asfálticos o emulsiones, siempre que estos se incorporen.*

- *Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie.
(...)"*

Es de vital importancia, para el desarrollo adecuado de un proyecto de esta magnitud, que implemente y aplique un sistema de supervisión e inspección por parte de la Administración que le permita velar por el cumplimiento de las especificaciones y de las buenas prácticas constructivas y de la ingeniería.

10.2 SOBRE EL CONTROL DEL TRÁNSITO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.

Hallazgo 1. Se evidencia una señalización temporal de control de tránsito deficiente para tránsito vehicular, de obreros y peatones.

Mediante las visitas realizadas al proyecto se observó la ejecución de los trabajos de construcción de la carretera Sifón-Abundancia con deficiente señalización temporal de control del tránsito tanto para el tránsito particular, los obreros y los peatones, esto a pesar de que existe control de acceso vehicular en el inicio (Sifón) y final (Abundancia) del proyecto y en las estaciones 20+000 y 32+000, aproximadamente.

El tránsito de vehículos particulares y peatones, se observó en los tramos intermedios a los puntos de control de acceso vehicular, donde el proyecto interseca con otras vías locales. En estos sectores no hay control de acceso vehicular o peatonal, ni una restricción física que limite el paso de vehículos, salvo algunos rótulos que advierten sobre la prohibición, pero que no están colocados uniformemente en el proyecto.

Las obras de colocación de materiales, los desniveles en la calzada, la construcción de alcantarillas y puentes entre otros, no están señalizados preventivamente. El personal de obra y los usuarios particulares no son alertados oportunamente sobre el riesgo que representa la cercanía de los trabajos y las maniobras o desvíos que deben realizar para sortear los sitios de obra. Esta situación incrementa el riesgo de accidente para los usuarios en el proyecto y eventualmente podría afectar la calidad de algunas obras, por ejemplo, el paso de vehículos sobre las capas de material estabilizado recién colocado.

En el caso particular de los puentes construidos, el estrechamiento de la vía en el momento que se da la transición entre los cuatro carriles que tiene la calzada y los dos carriles que tienen los puentes, se genera un espacio libre a ambos lados que carece de señalización preventiva y un sistema de protección temporal, entre barrera del puente y el borde externo de la vía, que conduce directamente al río como se observa en la Figura 3. Esta condición geométrica y la etapa constructiva en que se encuentra el proyecto (donde la señalización definitiva aún no se coloca), favorecen para los usuarios actuales de la vía y el personal de obra el riesgo de caída hacia el cañón del río por falta de señalización preventiva temporal. Esta condición se hace más crítica bajo condiciones de baja visibilidad como neblina, lluvia intensa o de noche.

En las siguientes fotografías se muestra una serie de ejemplos que evidencian las condiciones de riesgo potencial de accidente por ausencia de señalización temporal preventiva indicadas anteriormente:



Figura 3. Puente sin señalización. Estación 24+650. Fecha: 19 de agosto de 2015.
Fuente: LanammeUCR.

En la Figura 4, se observa que existe un sitio de excavación para alcantarilla en la estación 37+400 al final de la curva, en sentido Sifón-Abundancia, sin señalización preventiva que le indique al conductor sobre el obstáculo, en su defecto se utiliza cinta de color rojo y amarillo que no es retrorreflectiva.



Figura 4. Excavación para alcantarilla. Estación 37+400. Fecha: 24 de febrero de 2015.
Fuente: LanammeUCR.

La Figura 5 muestra un frente de obra del proyecto. En este sitio se observa la ejecución de varios trabajos en distintos puntos de la calzada sin señalización preventiva que alerte sobre la presencia de los obreros, la maquinaria y las capas de material recién colocado. Esta situación se repite en los sitios de colocación de materiales, apilamiento de materiales, construcción de muros y sitios de deslizamiento.



Figura 5. Frente de obra. Estación 12+480. Fecha: 13 de mayo de 2015.
Fuente: LanammeUCR.

La ausencia de señalización temporal de control del tránsito en obra, ha sido una situación encontrada repetidamente en el proyecto, lo cual contraviene las disposiciones relativas al tema de los dispositivos de seguridad en las obras que exigen el cumplimiento de los documentos, normas y manuales que regulan, el actuar de la Administración (MOPT-CONAVI) como ejecutor del proyecto y las regulaciones del cartel en el tema de la seguridad vial que contempla este proyecto y sus adendas:

- "Reglamento de Dispositivos de Seguridad para Protección de Obras", emitido mediante el Decreto Ejecutivo N° 26041 – MOPT, el cual fue publicado en La Gaceta N° 103 del 30 de mayo de 1997.
- "Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito", publicado por SIECA en el año 2000.
- Decreto Ejecutivo No. 33148 del 08 de mayo de 2006, publicado en el Diario Oficial "La Gaceta" No. 100 del 25 de mayo de 2006, sobre el "Componente de Seguridad Vial en labores de construcción, conservación y mantenimiento de obras viales y programas de Transportes".

Es criterio de esta Auditoría Técnica, que la señalización temporal no tiene como uso exclusivo aquellas vías donde existe una alta frecuencia de tránsito vehicular o peatonal, también debe aplicarse en las obras viales nuevas, para que los propios vehículos y maquinaria de construcción de la carretera tengan claridad sobre los cuidados que se deben seguir a su paso por los frentes de obra, y para que aquellos vehículos particulares y peatones que ingresen a la obra puedan transitar de forma segura por el proyecto.

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 19 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	-----------------

10.3 SOBRE EL PESO DE LAS VAGONETAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA

Hallazgo 2: Las vagonetas de transporte de mezcla asfáltica circulan con una carga superior a su peso máximo autorizado por reglamento sobre la estructura de pavimento en construcción.

Durante las visitas realizadas al proyecto se ha observado que las vagonetas cargadas con mezcla asfáltica caliente transitan sobre las capas de ruedo del proyecto, tanto sobre las secciones donde solo está colocada la primera capa de mezcla asfáltica conveccional como donde está colocada la estructura completa. En las secciones de la vía donde solo están colocadas las capas de base estabilizada y la subbase también se ha observado el tránsito de estos vehículos cargados.

Los vehículos de acarreo de mezcla asfáltica producida en el proyecto consisten de camiones estilo vagoneta tipo C3 y C4 (algunos de estos camiones cuentan con el tercer eje levadizo), esto de acuerdo con la clasificación de vehículos de la Dirección de Pesos y Dimensiones de CONAVI.

A lo largo del trayecto entre los frentes de obra de colocación de mezcla asfáltica y la planta de producción se ha observado que algunas de las vagonetas cargados con mezcla C4 no circulan con el tercer eje doble (eje levadizo) en funcionamiento, por lo que operan como un camión tipo C3. Esta condición aumenta la concentración de cargas sobre el pavimento dado que este tipo de vehículos tiene una mayor capacidad de carga que un camión tipo C3 convencional (sin el eje levadizo).

La Figura 6 muestra una vagoneta tipo C4 con el tercer eje levantado y la Figura 7 muestra un camión tipo C3, en ambos casos durante la descarga de material asfáltico a la pavimentadora.

Se pudo evidenciar de la documentación disponible en la planta y en campo que la Administrarción está en capacidad de valorar la cantidad de carga que es transportada en cada camión de mezcla asfáltica, pero no se ha implementado ningún sistema de control dado que la situación se ha observado durante varios días.

El LanammeUCR por medio de su Laboratorio de Campo, realizó un pesaje de vagonetas en el proyecto durante los meses de febrero y marzo de 2015.

En la Figura 8 se muestran los resultados obtenidos, y se concluye que la totalidad de las vagonetas medidas exceden el peso máximo autorizado para los camiones tipo C3 y C4 establecido en el Decreto Ejecutivo No. 32191-MOPT. En promedio, el total de vagonetas muestreadas cargan un sobrepeso de 10 ton. Las vagonetas tipo C3 transportan un promedio 8 ton (30% del PMA) y las vagonetas tipo C4 un promedio de 5,8 ton (22% del PMA) de sobrepeso.



(a)



(b)

Figura 6. Vagoneta tipo C4 durante la colocación de mezcla asfáltica con un eje levantado, estación 33+650. Fecha: 24 de febrero 2015.

Fuente: LanammeUCR.



Figura 7. Vagoneta No. 9-56 (tipo C3) durante el proceso de colocación de mezcla asfáltica, estación 32+980. Fecha: 17 de marzo de 2015.

Fuente: LanammeUCR.

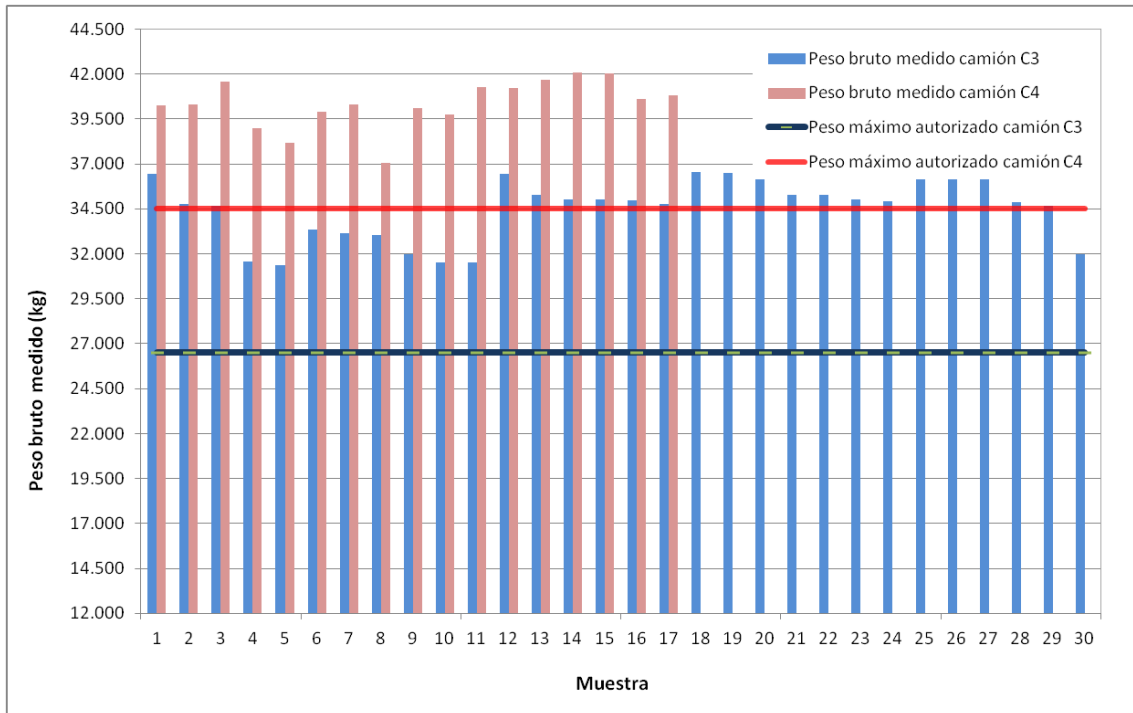


Figura 8. Resultados de pesaje de vagonetas.

Fuente: LanammeUCR, Informes de laboratorio I-0199-15, I-0290-15 y I-0515-15.

Los reportes de salida de mezcla asfáltica de la planta del proyecto y las boletas de despacho de las vagonetas cargadas de mezcla asfáltica obtenidos por el equipo auditor, muestran que la carga total (peso del camión y su carga) en la mayoría de los viajes, excede las 30 toneladas.

En la Figura 9 se muestra una de las boletas de despacho de mezcla asfáltica (No. 788) mostrada por el inspector de campo durante la actividad de colocación de mezcla asfáltica en la estación 34+035, se observa que el peso bruto de la vagoneta placa C162570 durante uno de sus viajes del día 25 de febrero de 2015 fue de 39790 kg.

En la planta de producción de mezcla asfáltica del proyecto se encontraban disponibles los registros titulados "Control de salida de mezcla asfáltica" que utiliza la empresa constructora, la Figura 10 muestra un ejemplo de los registro citados anteriormente.

En estos documentos se observa el registro de la cantidad de mezcla asfáltica despachado en cada vagoneta. Los registros corresponden a los No. 542, 1306 y 1348 de los días 10 de marzo, 18 de abril y 3 de setiembre de 2015 respectivamente. Debido a la forma en que se anotan los datos en el registro, no es posible establecer directamente el tipo de camión utilizado en cada caso.



CONSTRUCTORA SANCHEZ CARVAJAL

④ Proyecto
San Ramón San Carlos

primera etapa
L2 estremo
Carpeto asfáltico

temp 158- 1100am

39+035 L2

878 CONST SANCHEZ CARVAJAL
10:39AM 25-FEB-15
CLIENTE CONAVI

39790 kg GROSS
13790 kg TARE
26000 kg NET

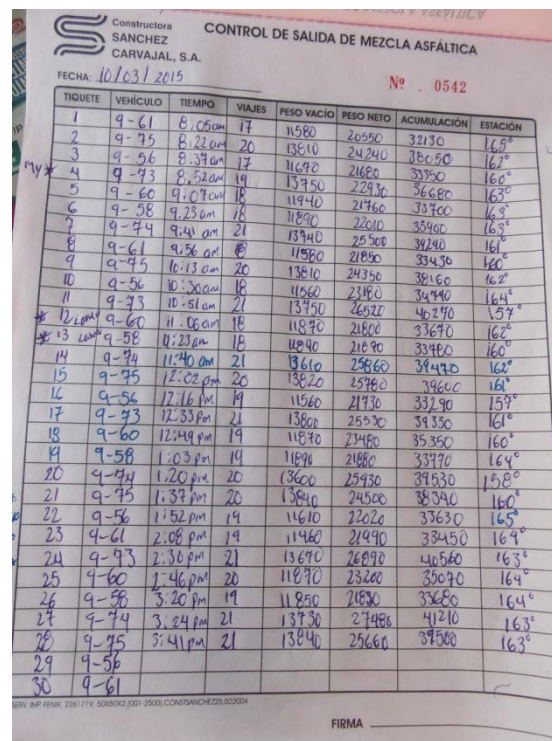
LOOP ID 09-074 TEMP 162
C-162570

Muerto

Insp. *[Signature]*

Nº 0788

Figura 9. Boleta de despacho de mezcla asfáltica, estación 34+035.
Fecha: 24 de febrero 2015.



Constructora SANCHEZ CARVAJAL, S.A.

CONTROL DE SALIDA DE MEZCLA ASFÁLTICA

FECHA: 10/03/2015 Nº . 0542

TIGUETE	VEHICULO	TIEMPO	VIAJES	PESO VACIO	PESO NETO	ACUMULACION	ESTACION
1	9-61	8:05am	17	11580	20550	32130	163°
2	9-75	8:22am	20	13810	24240	36570	162°
3	9-56	8:39am	17	11690	21680	38250	160°
4	9-93	8:52am	19	13750	22930	36680	163°
5	9-60	9:07am	18	11940	21760	38440	163°
6	9-58	9:23am	18	11890	22010	39240	163°
7	9-74	9:41am	21	13740	25500	39240	161°
8	9-61	9:56am	18	11580	21850	39430	160°
9	9-75	10:13am	20	13810	24350	38160	162°
10	9-56	10:30am	18	11660	23190	39440	164°
11	9-93	10:51am	21	13750	26520	46290	159°
12	9-60	11:08am	18	11890	21800	33670	162°
13	9-58	11:23am	18	11890	21690	33420	160°
14	9-74	11:40am	21	13610	25860	39440	162°
15	9-75	12:02pm	20	13820	25760	39600	161°
16	9-56	12:16pm	19	11660	21730	33290	159°
17	9-93	12:33pm	21	13800	25530	39330	161°
18	9-60	12:49pm	19	11890	23480	35350	160°
19	9-58	1:03pm	19	11890	21680	33770	164°
20	9-74	1:20pm	20	13600	25430	39530	158°
21	9-75	1:39pm	20	13840	24500	38590	160°
22	9-56	1:52pm	19	11610	22020	33630	165°
23	9-61	2:08pm	19	11460	21990	38450	164°
24	9-93	2:30pm	21	13690	26890	46560	163°
25	9-60	2:46pm	20	11690	23200	35070	164°
26	9-58	3:20pm	19	11890	21680	33680	164°
27	9-74	3:24pm	21	13730	27480	41210	163°
28	9-75	3:41pm	21	13840	25660	39580	163°
29	9-56						
30	9-61						

FIRMA

Figura 10. Control de salida de mezcla asfáltica No. 542 de la planta del proyecto.
Fecha 10 de marzo de 2015

En ambos casos el peso total de los camiones excede los límites establecidos por la Dirección de Pesos y Dimensiones del CONAVI según el Decreto Ejecutivo No. 32191-MOPT "Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga" y la reforma a su artículos No. 84 publicada en el Diario Oficial La Gaceta No. 99 del 24 de mayo de 2007.

La Figura 11 muestra la comparación de los valores reportados de peso de mezcla asfáltica producida en la planta y despachados en vagoneta, contra el peso máximo permitido por el Decreto Ejecutivo No. 32191-MOPT para los camiones tipo C3 y C4. Se observa que en todos los casos reportados se excede el peso máximo autorizado de 26,5 ton para los camiones tipo C3 y solo un 29% de los datos se encuentra por debajo del límite establecido para los camiones tipo C4.

A manera de ejemplo, la Figura 7 muestra a la vagoneta identificada como "9-56" durante el proceso de descarga de material en el frente de colocación de mezcla asfáltica de la estación 32+980. Esta vagoneta es un camión unitario tipo C3, que en la hoja de "Control de salida de mezcla asfáltica" No. 542, que se muestra en la Figura 10, aparece reportada cuatro veces trasportando un peso promedio de 33,5 ton, estas cargas exceden en promedio 7 ton al peso máximo autorizado para ese tipo de vehículo. A pesar de que las fechas de la fotografía de la Figura 2 y el registro No. 542 (Figura 10) corresponden a días diferentes de producción y colocación, se evidencia el uso de camiones con sobrepeso en la actividad de colocación de mezcla asfáltica.

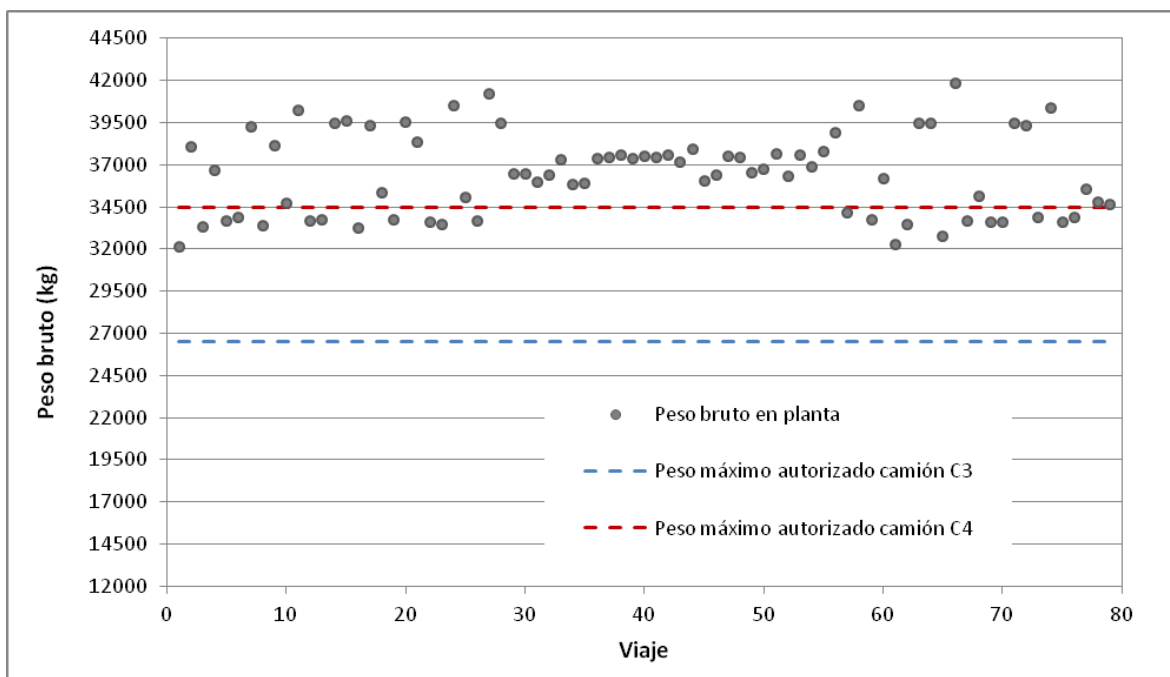


Figura 11. Peso de vagonetas reportado en la planta.
Fuente: Planta de producción de mezcla asfáltica del proyecto.

El Decreto Ejecutivo No. 32191-MOPT "Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga" y la reforma a su artículo No. 84 publicada en el Diario Oficial La Gaceta No. 99 del 24 de mayo de 2007, establecen lo siguiente, con respecto a la circulación de vehículos para transporte de mezcla asfáltica en caliente, específicamente para los camiones tipo C3, que es un camión unitario de tres ejes, uno simple y dos ejes dobles, y los camiones unitarios tipo C4 de cuatro ejes con un eje simple y tres ejes dobles, donde uno de los tres ejes dobles puede ser levadizo de llanta doble (caso A) o de llanta simple (caso B):

"Artículo 84.—Diagrama de pesos máximos permitidos en camiones unitarios y camiones tipo C3, C4 y T3-S2 para transporte de mezcla asfáltica en caliente, para rutas nacionales y cantonales.

De conformidad con lo que se estipula en el presente Reglamento, se establece el siguiente diagrama de pesos máximos permisibles según el tipo de vehículo de que se trate.

*Para el caso de los **camiones tipo C3**, que realicen acarreo de mezcla asfáltica en caliente para aplicación en rutas de la red vial nacional y cantonal, donde la alta temperatura sea factor de éxito en la colocación, **se permitirá un peso máximo permisible (PMP) de 26,5 toneladas**. Entendiéndose un peso máximo autorizado de 6 toneladas para el primer grupo de ejes y 20,5 toneladas para el segundo grupo de ejes. Para el caso de los **camiones tipo C4**, que realicen acarreo de mezcla asfáltica en caliente para aplicación en rutas de la red vial nacional y cantonal, donde la alta temperatura sea factor de éxito en la colocación, **se permitirá un peso máximo permisible (PMP) de 34,5 toneladas para el caso A y 31,5 toneladas para el caso B**. Entendiéndose un peso máximo autorizado de 6 toneladas para el primer grupo de ejes y de 28,5 y 25,5 toneladas según cada caso (A y B), para el segundo grupo de ejes.(...)"* Lo resaltado no es del texto original.

El Manual de Especificaciones para la Construcción de Caminos, Carreteras, y Puentes (CR-77), que corresponde a uno de los documentos de referencia del cartel de este proyecto establece en su sección 105.14 "Restricciones sobre la carga", lo siguiente:

*" (...) **No será permitido manejo de equipo de tal peso, o tan cargado, que cause daño a estructuras en la carretera a la calzada, o a cualquier otro tipo de construcción**. El acarreo de materiales sobre la capa de base o sobre la subrasante, de una carretera en construcción será limitado según las instrucciones emitidas. **No será permitida ninguna carga sobre un pavimento de concreto, base o estructura antes de la terminación del periodo de curación. En ningún caso se excederán los límites de carga legales**. Excepto en el caso de que fuesen autorizados por escrito. El contratista será responsable de todo daño causado por su equipo de acarreo."*

La cantidad de peso que transportan los camiones de acarreo de mezcla asfáltica, no es controlado de conformidad con las normas y regulaciones sobre pesos y dimensiones del país establecidas en el Decreto Ejecutivo No. 32191-MOPT "Reglamento de Circulación por Carretera con Base en el Peso y las Dimensiones de los Vehículos de Carga" y la reforma a su artículo No. 84 publicada en el Diario Oficial La Gaceta No. 99 del 24 de mayo de 2007.

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 25 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	-----------------

La inspección en planta y en campo de la Administración no ha implementado ninguna medida restrictiva o de control para el tránsito de camiones sobrecargados por el proyecto, a pesar de que dispone de la información sobre el peso que es transportado por cada camión de la planta al sitio de colocación. El proyecto se encuentra en etapa de ejecución, por lo que el proceso constructivo debe incluir los elementos necesarios para obtener el desempeño esperado y que se alcance la vida útil esperada para una carretera nueva de tal magnitud.

El valor del Índice de Servicialbilidad (PSI) inicial es afectado por la acumulación previa de daño en la estructura de pavimento antes de su entrada en operación, por lo que su valor será menor que el planteado durante el diseño de los espesores de la estructura de pavimento.

La circulación de vehículos pesados sobrecargados ocasiona una acumulación más acelerada de cargas en el pavimento recién construido disminuyendo su vida útil y la calidad de la obra por entregar a la Administración. El daño acumulado en la etapa constructiva puede favorecer la aparición de deterioros a edades más tempranas del pavimento y afectar los costos de mantenimiento del proyecto.

El efecto de esta acumulación de cargas se puede aproximar con los datos de pesaje medidos por el LanammeUCR en el proyecto. Se procedió a estimar una cantidad de ejes equivalentes (ESALs por sus siglas en inglés) y un factor camión (FC) promedio para las vagonetas tipos C3 y C4. La muestra de vagonetas encuestadas fue de 47 camiones y la estimación de los factores de equivalencia de carga se realizó a partir de la fórmula de AASHTO (W18) para cada tipo de eje considerando un número estructural (SN) de 5 y un Índice de Desempeño final (pt) de 2,5. Estos valores fueron tomados de la memoria de cálculo del diseño de pavimento.

En la Tabla 5 se muestran los valores de ejes equivalentes totales (ESAL) y factor camión (FC) obtenidos para las vagonetas tipo C3 y C4. Los ejes equivalentes de las vagonetas tipo C4 se calcularon bajo el supuesto de que el eje levadizo permanece activado durante todo el recorrido desde la planta de producción de mezcla hasta el sitio de colocación.

De los resultados se concluye que la muestra de vagonetas tipo C3 generan un total de 279 ejes equivalentes y un factor camión de 10,0. Las vagonetas tipo C4 provocaron 109 ejes equivalentes y un factor camión de 5,8. El total de ESALs que se obtuvieron durante el pesaje de ambos tipos de vagonetas fue de 388 repeticiones de carga.

Tabla 5. Ejes equivalentes y factor camión calculados

Tipo de camión	C3		C4	
	Eje Simple	Tandem	Simple	Tridem
ESAL por eje	25	254	13	96
Total ejes	28	28	19	19
ESAL total	279		109	
Factor camión	10,0		5,8	

Fuente: LanammeUCR

Al comparar el factor camión obtenido para las vagonetas tipo C3 contra el factor camión promedio de 1,10 especificado para este mismo tipo de vehículo en el oficio DVOP-5170-07 del 10 de setiembre de 2007, donde el señor Ministro de Obras Públicas y Transportes, Ing. Pedro Castro Fernández, PhD, dictó los lineamientos para el diseño estructural de pavimentos de refuerzo en el país, se concluye que el factor camión medido en el proyecto es prácticamente 10 veces mayor, equivalente a una magnitud de daño igual cantidad de veces mayor. El factor camión de 1,10 para los camiones tipo C3 también fue utilizado para el diseño estructural de este proyecto. No se realiza la comparación en el caso de las vagonetas tipo C4 puesto que no se indican valores de factor camión en la referencia citada.

La Tabla 6 muestra una comparación de los ejes equivalentes de diseño, extraídos de la memoria de diseño estructural proporcionada por la Unidad Ejecutora del proyecto y los ejes equivalentes determinados del pesaje de vagonetas. La comparación se realiza a partir de las repeticiones de carga promedio para un día, obtenidas a partir del producto de los vehículos por año (columna Veh/año) y el Factor camión dividido entre 365 días y las repeticiones (ESALs) por vagoneta obtenidas de la Tabla 1 anterior.

El resultado obtenido indica que las 47 vagonetas con sobrepeso encuestadas corresponden a la aplicación del 27% de todas las repeticiones de cargas de diseño de un día, dicho de otra forma, cada 10 vagonetas sobrecargadas del tipo C3 aplican el 5,7% de las repeticiones de carga de un día de tráfico vehicular, sin contabilizar las aplicadas por las tipo C4, por lo que la cantidad de daño es aún mayor por causa de la combinación del paso de ambos vehículos.

Tabla 6. Comparación de ESALs del proyecto durante la etapa constructiva

Tipo vehículo	Distribución	Veh/año	Factor camión	Crecimiento	ESAL (15 años)	ESAL por año
Livianos	0.7982	2066496	0.015	29.78	923104	30997
Camiones 2 ejes	0.1069	276758	0.47	29.78	3873671	130076
Camiones 3 ejes	0.0296	76633	1.1	29.78	2510344	84296
Buses	0.0239	61876	1.71	29.78	3150961	105808
Camiones 5 ejes	0.0413	106923	1.71	29.78	5444925	182838
Total		2588686			15903005	534016
					ESALs promedio por día	1463
					ESALs por vagoneta sobrecargada	388
					Porcentaje equivalente por día	27%

Fuente: Unidad Ejecutora Sifón Abundancia.

10.4 SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LA BARRERA RÍGIDA DIVISORIA

Observación 2: Las especificaciones de seguridad vial sobre el comportamiento de la barrera rígida divisoria de la carretera están pendientes de definirse en los planos del proyecto.

La ampliación a cuatro carriles de la carretera Sifón-Abundancia incluye la colocación de una barrera central o medianera tipo "New Jersey". Específicamente, en el Adendum No. 3, cláusula tercera se establece:

*"(...) Para mejorar las condiciones de seguridad vial, se ha modificado el diseño, por lo que en el proyecto se construirán 22,9 km con una sección típica de cuatro carriles con una **barrera divisoria tipo New Jersey** separando los dos carriles de ascenso de los de descenso..."* Lo resaltado no es del texto original.

Por medio del oficio LM-AT-024-15 del 28 de enero de 2015, se realizó la solicitud a la Unidad Ejecutora de las especificaciones técnicas de la barrera separadora rígida tipo "New Jersey", como parte de la evaluación de las prácticas constructivas del proyecto desde la perspectiva de la conformidad que deben tener los trabajos por ejecutar con los planos y especificaciones del proyecto. La información sobre la barrera fue remitida por la Unidad Ejecutora en sendos correos electrónicos de fecha 25 de octubre y 03 de noviembre de 2015.

La información enviada (en formato digital tipo archivo "pdf") consta de una lámina titulada "sección típica a 4 carriles detalle muro New Jersey" sin firmas ni sellos de aprobación por parte del CONAVI, y dos páginas (págs. 73 y 74) extraídas de un catálogo comercial titulado "Manual Técnico PC-Barreras" que pertenece a una empresa que se dedica a la fabricación de elementos de concreto.

En la lámina se observa el esquema "detalle de muro New Jersey", ver Figura 12, donde se indican las dimensiones de la sección transversal del muro y su ubicación dentro de la sección típica de la calzada del proyecto. No se muestran esquemas, referencias o especificaciones adicionales sobre la barrera.

Las páginas extraídas del Manual citado describen las características generales de las barreras de concreto que fabrica esta empresa, tales como tipo de acero de refuerzo, resistencia del concreto (f'c), detalles generales de la conexión entre barreras y la calzada, y una lista de 6 niveles de desempeño de barreras. En la Tabla 7 se realiza una revisión de las especificaciones de la barrera versus las características enviadas.

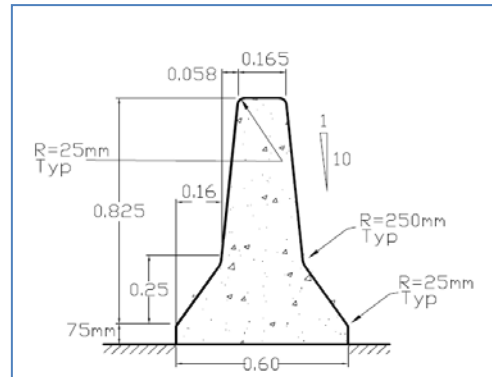


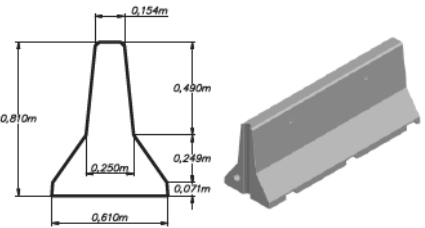
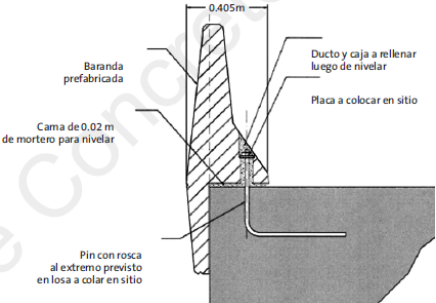
Figura 12. Detalle de muro New Jersey
Fuente: Unidad Ejecutora carretera Sifón-Abundancia

La revisión de los documentos remitidos por la Unidad Ejecutora, llevan a la conclusión de que la barrera rígida divisoria que se pretende colocar en el proyecto, aún no tiene definidas las especificaciones relacionadas con su comportamiento ante una colisión (nivel del contención, ancho de trabajo), las características estructurales de cada elemento de barrera y sus condiciones de unión entre elementos y anclaje a la superficie de rueda, dado que los planos finales se están confeccionando.

Es criterio de esta Auditoría Técnica, que la construcción de la barrera medianera no debe ejecutarse hasta que las especificaciones físicas y de comportamiento esperado, como dispositivo de seguridad vial, estén definidas en los planos constructivos, en caso contrario no se puede tener certeza de que estos elementos cumplan con su objetivo de disminuir la severidad de un accidente durante la etapa de operación de la carretera, lo que provocaría que la inversión realizada en estos elementos no sea efectiva ni pueda ser evaluada por la Administración.

Las especificaciones completas de la barrera medianera permitirían satisfacer completamente, en este rubro, el objetivo del Decreto No. 33148-MOPT y su reforma (publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 100 del 25 de mayo de 2006) que establecen la obligatoriedad de incluir el Componente de Seguridad Vial en los proyectos de construcción de obra, y el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras Caminos y Puentes de (Manual CR-77), que es un documento de referencia de este contrato, regula la necesidad de que los trabajos ejecutados estén conformes con los planos del proyecto.

Tabla 7. Revisión de especificaciones de la barrera rígida del proyecto.

Parámetro	Barrera propuesta	Observaciones
Resistencia del concreto (f'c)	280 kg/cm ²	
Características del acero	ASTM A-706	<ul style="list-style-type: none"> No se indican los detalles del armado del acero en cada elemento por lo que no se puede comparar contra otros elementos similares ensayados a escala real.
Niveles de contención	<p>Nivel 1: Es aceptable para zonas de trabajo con bajas velocidades y un volumen de vehículos muy bajo.</p> <p>Nivel 2: Se puede utilizar en zonas de trabajo y en la mayoría de caminos secundarios siempre y cuando se cuente con condiciones de sitio favorables y un tránsito de vehículos liviano bajo.</p> <p>Nivel 3: Es aceptable para carreteras con velocidades altas y un tránsito de vehículos pesados bajo. Deben existir condiciones favorables en el sitio. La altura de la barrera no puede ser menor a 0.68 m.</p> <p>Nivel 4: Es aceptable para la mayoría de las autopistas con altas velocidades y con un tránsito que incluye camiones y vehículos pesados. Para este nivel la barrera debe igualar o superar los 0.81 m</p> <p>Nivel 5: Este nivel incluye las características del nivel 4 y adicionalmente se utiliza cuando la cantidad de vehículos pesados es una porción importante del tránsito promedio diario o cuando las condiciones del sitio justifican un mayor nivel de resistencia en la barrera. La altura mínima de la barrera debe ser 1.1 m</p> <p>Nivel 6: Esta se utiliza cuando existe tránsito de vehículos pesados que tienen un centro de gravedad elevado. Para que la barrera cumpla con los requisitos de este nivel debe superar los 2.3 m.</p>	<ul style="list-style-type: none"> La norma NCHRP-350 establece 6 niveles de contención, pero en este caso no se declara a cual corresponde el comportamiento de la barrera propuesta, ni cual es el que requiere el proyecto. No se indica que este diseño en particular haya sido ensayado a escala natural, ni se demuestra que sea igual a otro que si lo fuera.
Deflexión (m)	No se indica.	<ul style="list-style-type: none"> Para que el sistema se considere rígido la deflexión debe ser entre 0,0 y 0,6 m.
Geometría	<p>Fig. 6.1 Sección y perspectiva de las barreras de concreto centrales</p> 	<ul style="list-style-type: none"> No se indica la longitud de cada elemento de barrera. No se indica la ubicación y dimensiones de los drenajes en las secciones de curva.
Detalles constructivos	<p>Fig. 6.4 Detalle de conexión de barrera</p> 	<ul style="list-style-type: none"> No se muestran detalles específicos de colocación en el proyecto. Por ejemplo, condiciones de unión, terminales, secciones de curva, unión con las estructuras de paso a desnivel.
Conexiones	<p><u>Entre barreras:</u> conexión mechimbreada entre barreras con aros previstos para hacer la unión colada.</p> <p><u>Barrera-superficie:</u> consiste en una varilla anclada en la superficie, en la cual se entrelazan las barreras en una cajita y se fija ya sea mediante una placa soldada o atornillada</p>	<ul style="list-style-type: none"> En los detalles aportados por la Unidad Ejecutora no se indican las características físicas del acero a utilizar como elemento de conexión y de unión, ni los detalles de unión y conexión.

10.5 SOBRE LA INSPECCIÓN ESTRUCTURAL DE LOS PUENTES DEL PROYECTO

Las siguientes observaciones se basan en el criterio de un experto técnico, y la evidencia se fundamenta en dos giras técnicas que se realizaron el día 10 de diciembre de 2014, que genera el informe LM-PIE-02-2015 titulado Inspección de los puentes del proyecto Sifón-La Abundancia, Ruta Nacional No.35, como un producto de la cooperación técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica. El 16 de julio de 2015 se realiza la segunda visita al proyecto, con la presencia del experto técnico. A partir de esta visita se genera el Reporte de inspección LM-PIE-17-2015.

Hallazgo 4: Se detectaron focos de corrosión y descascaramiento de la pintura en las vigas de los puentes sobre el Río Espino (16+800) y el puente sobre el Río La Vieja (31+400).

Durante las giras que ha realizado el equipo auditor, en conjunto con los expertos en puentes del Programa de Ingeniería Estructural del LanammeUCR, se ha observado que las vigas de acero de los puentes Espino y la Vieja se encuentran apiladas a la intemperie y mostrando signos de corrosión. Esto se puede observar en la fotografía 13 y fotografía 14.

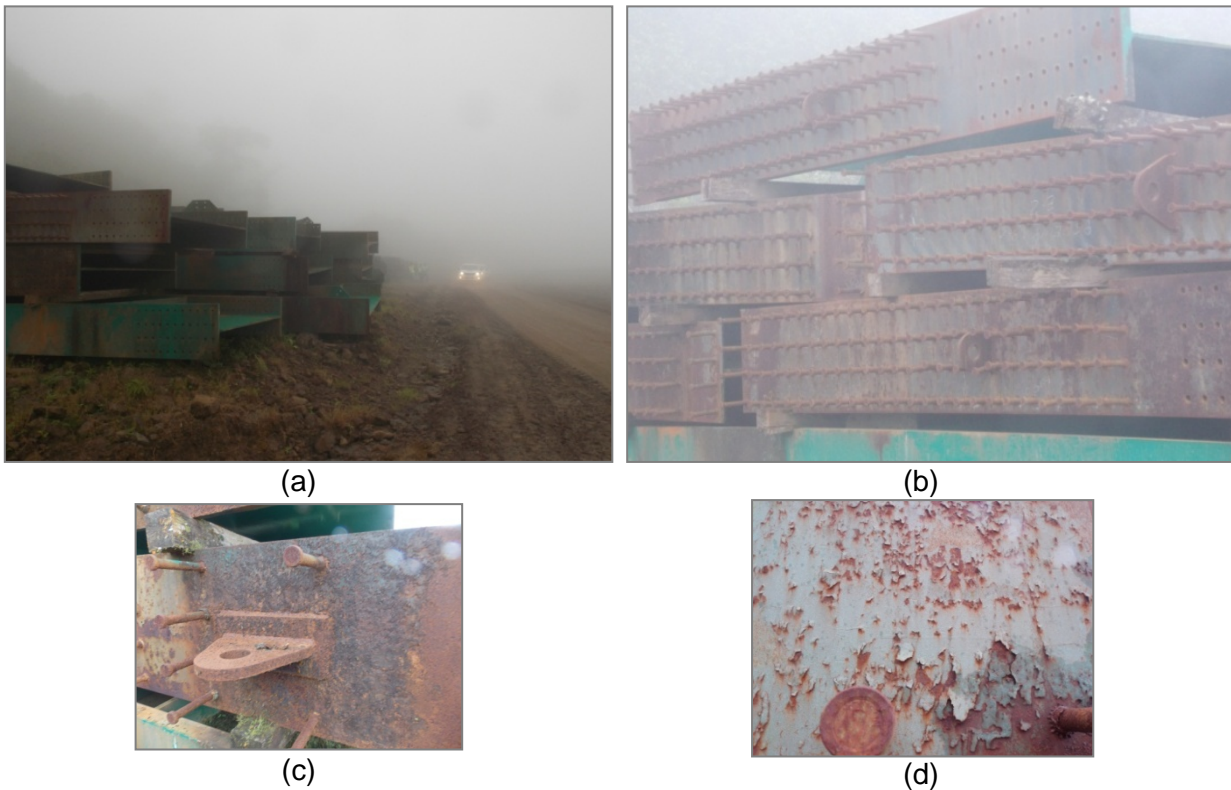


Figura 13. (a) y (b) Elementos de superestructura del puente del puente sobre el río Espino apilados a la intemperie. (c) y (d) Signos de oxidación y corrosión en áreas donde se ha deteriorado la pintura. (Ramirez-Villalba & Castillo-Barahona, 2015)

Informe final LM-PI-AT-14-15	Fecha de emisión: Febrero de 2016	Página 31 de 35
---------------------------------	-----------------------------------	-----------------



Figura 14. Elementos de la superestructura del puente sobre el Río La Vieja apilados a la intemperie. (Ramirez-Villalba & Castillo-Barahona, 2015)

Según el CR-77 en la Sección 611 "Estructuras de Acero" 611.24 Pintado de superficies metálicas se indica que:

"...Deberán tomarse las precauciones para disminuir al mínimo el daño que puedan sufrir las películas de pintura al apilarse las piezas "

Al observar que ya se presentan deterioros por descaramiento de la pintura al ser dejadas a la intemperie en una zona tan lluviosa, en la cual se da incluso el empozamiento del agua sobre las vigas, es evidente que no se está procurando evitar el daño de la pintura.

Es criterio de esta Auditoría, que los elementos que muestran focos de corrosión y descascaramientos de pintura deben ser tratados nuevamente con el fin de eliminar esta condición y aplicar un sistema de pintura apropiado. De igual forma, deben apilarse sin que medie el contacto directo con el suelo y protegidas de la lluvia directa para asegurar la durabilidad de las estructuras metálicas y la calidad de la obra entregada a la Administración.

11. CONCLUSIONES

A partir de las visitas realizadas durante el periodo de enero a agosto de 2015 al proyecto, y las dos visitas realizadas con el experto técnico en diciembre del 2014 y julio del 2015, se emiten las siguientes conclusiones, con el propósito principal de aportar elementos técnicos a los procesos de mejora continua:

Sobre los procesos y prácticas constructivas

En el proyecto se puede evidenciar que no existe de manera permanente inspección por parte de la Administración en los frentes de obra.

Sobre el control y manejo del tránsito en obra

El control temporal del tránsito en la obra es deficiente. La señalización preventiva y la restricción de paso de vehículos particulares no es controlada de forma efectiva, por lo que existe un riesgo potencial de accidente en el proyecto tanto para el personal de obra como para los usuarios particulares.

Sobre el peso de las vagones durante la construcción de la vía.

El valor del Índice de Serviciabilidad (PSI) inicial es afectado por la acumulación previa de daño en la estructura de pavimento antes de su entrada en operación, por lo que su valor será menor que el planteado durante el diseño de los espesores de la estructura de pavimento.

La circulación de vehículos pesados sobrecargados ocasiona una acumulación anticipada de cargas en el pavimento recién construido, disminuyendo su vida útil y la calidad de la obra. El daño acumulado en la etapa constructiva puede favorecer la aparición de deterioros a edades más tempranas del pavimento y afectar los costos de mantenimiento del proyecto.

Sobre la construcción de la barrera rígida divisoria

La ausencia de especificaciones sobre las características físicas y el comportamiento esperado de la barrera divisoria rígida del proyecto, provocan el riesgo de que estos elementos no cumplan con los requerimientos de seguridad vial de la carretera durante su etapa de operación y al mismo tiempo limita a la Administración en su capacidad de inspeccionar la calidad de los trabajos.

Las especificaciones del proyecto no contemplan detalles sobre este tipo de dispositivos de seguridad vial, pero existe suficiente conocimiento técnico sobre este tema para generar una especificación para el proyecto.

Sobre la inspección estructural de los puentes.

Con respecto a la inspección de los puentes se concluye que existen focos de corrosión y descascaramiento de la pintura en las vigas de los puentes Espino y la Vieja.

12. RECOMENDACIONES

A continuación se listan las recomendaciones del informe para que sean consideradas por la Unidad Ejecutora, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales a éste y futuros proyectos.

- Es importante que antes de finalizar el proceso constructivo, se tengan especificaciones y planos constructivos completos y que estén de acuerdo con la normativa nacional y buenas prácticas de la ingeniería, esto en procura de la calidad del proyecto y el resguardo de la inversión pública.
- Mitigar el riesgo potencial de accidente por medio de la mejora sustancial en la calidad de la señalización temporal del tránsito en los sitios de ejecución de obra y la indicación de maniobras de desvío, así como el control de acceso al proyecto.
- Controlar el peso que transportan las vagonetas por medio de la inspección en planta en donde se tiene la capacidad de conocer la cantidad de mezcla asfáltica, que es transportada para evitar la circulación de vehículos sobre cargados sobre la estructura recién construida y alguna de sus capas intermedias.
- Determinar por medio de un análisis de riesgo de accidente, por salida de la vía, las características de los dispositivos de contención vehicular. Para este fin particular, se han desarrollado metodologías de evaluación que permiten discriminar entre los diferentes niveles de riesgo y los sistemas de contención que ofrece el mercado.
- Se recomienda asegurar el almacenaje correcto de los elementos metálicos con el fin de aumentar la durabilidad de las piezas.

REFERENCIAS

Unidad de Auditoría Técnica. (2012). *Evaluación de los estudios geotécnicos preliminares, proyecto: Sifón-La Abundancia*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: Programa Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Consejo Nacional de Vialidad (2002). *Manual de Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica MC-2002*. Capítulo No 7.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (1977). *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-77*. Capítulo No 1 y Capítulo No 3.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección Nacional de Vialidad (2010). *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica CR-2010*.

Ramirez-Villalba, A., & Castillo-Barahona, R. (2015). LM-PIE-02-15: Inspección De Puentes Del Proyecto Sifón - La Abundancia Ruta Nacional NO.35. Lanamme, PIE, San José.

Ramirez-Villalba, A., & Castillo-Barahona, R. (2015). LM-PIE-17-15: Inspección De Puentes Del Proyecto Sifón - La Abundancia Ruta Nacional NO.35. Lanamme, PIE, San José.

EQUIPO AUDITOR

Preparado por:
Ing. Erick Acosta Hernandez
Auditor Técnico

Preparado por:
Ing. Francisco Fonseca Chaves
Auditor Técnico

Preparado por:
Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo.
Auditora Técnica

Aprobado por:
Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.
Coordinadora Unidad de
Auditoría Técnica PITRA

Aprobado por:
Ing. Guillermo Loría Salazar,
Ph.D.
Coordinador General PITRA

Visto Bueno de Legalidad:
Lic. Miguel Chacón Alvarado
Asesor Legal Externo
LanammeUCR