



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



LABORATORIO
DE MATERIALES Y MOC

LanammeUCR

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-AT-011-16

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN

***PROYECTO: Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla
sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de Moravia Paracito
de Santo Domingo. Licitación Pública No. 012-2004
INFORME FINAL***



Preparado por:

Unidad de Auditoría Técnica



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

San José, Costa Rica
Diciembre 2016

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN. LM-PI-AT-011-2016

Cervantes-Calvo, Víctor ¹; Fonseca-Chaves, Francisco ²; Sequeira Rojas, Wendy ⁴
y Loría-Salazar, Luis Guillermo ⁵

1. Ingeniero Auditor Técnico. PITRA LanammeUCR
2. Ingeniero Auditor Técnico. PITRA LanammeUCR
3. Coordinadora Unidad de Auditoría Técnica PITRA LanammeUCR
4. Coordinador General Programa de Infraestructura del Transporte LanammeUCR

Palabras Clave: PITRA, Paracito, Puente, gestión, control de calidad, prácticas constructivas.

Resumen: El presente informe presenta los resultados de la evaluación de la calidad del concreto utilizado en el puente. Además se realizan observaciones de las prácticas constructivas utilizadas en la construcción de la obra. Finalmente se mencionan oportunidades de mejora para la gestión de los proyectos viales basado en las situaciones detectadas durante todo el proceso de ejecución del proyecto las cuales desencadenaron en una duración de más de 10 años entre el momento en el que salió a concurso el proyecto hasta el momento de su construcción. El equipo auditor encontró atrasos de un total de 380 días atribuibles a la ingeniería de proyecto.

Referencias

- CONAVI. (2007). *Reglamento para la Contratación Especial de Organismos*. San José.
- Instituto Americano del Concreto. (1999). *ACI 304 Bombeo de Concreto*. México DF: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- MOPT. (1977). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.
- MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.
- MOPT. (2001). *Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial*. San José.

1. Informe Final Informe Final de Auditoría Técnica LM-PI-AT-011-16	2. Copia No. 1	
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN. PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO VIRILLA SOBRE RUTA NACIONAL 220 SECCIÓN LA TRINIDAD DE MORAVIA PARACITO DE SANTO DOMINGO. LICITACIÓN PÚBLICA NO. 012-2004.	4. Fecha del Informe Diciembre 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		
<p style="text-align: center;">--**--</p> 9. Resumen <p><u>Sobre los atrasos en el proyecto:</u> Se detectaron gestiones administrativas durante el proceso de ejecución del proyecto que no se atendieron con la agilidad requerida que desencadenaron en atrasos de 380 días lo cual no sólo encarece el costo del proyecto sino que también tiene un alto costo social debido a que al no materializarse la obra de manera más oportuna no se logra el beneficio buscado para la comunidad.</p> <p><u>Sobre las debilidades en el proceso de contratación de los organismos de verificación:</u> Se evidenció que el organismo de verificación contratado para este proyecto funge como laboratorio de autocontrol para el mismo contratista en un proyecto del CONAVI lo cual podría provocar un conflicto de intereses. Actualmente la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes cuenta con un reglamento autorizado que norme este tipo de contrataciones con el fin de evitar este tipo de situaciones.</p> <p><u>Sobre la seguridad ocupacional durante las coladas de concreto:</u> durante una colada se observó que la pluma de la bomba de concreto se encontraba cerca de los cables eléctricos. Según el Instituto Americano del Concreto la pluma de concreto debe tener al menos 5 metros de distancia de los cables eléctricos con el fin de evitar accidentes que puedan afectar a los trabajadores de la obra.</p> <p><u>Sobre las prácticas de colocación de concreto:</u> durante una de las coladas se observaron prácticas inadecuadas de colocación de concreto como lo es lanzar el concreto con pala. Este tipo de prácticas puede ocasionar segregación en la mezcla de concreto.</p> <p><u>Sobre los materiales utilizados en el proyecto (concreto):</u> Los resultados de resistencia a la compresión para concretos de 700 kg/cm² reportados por el LanammeUCR, cumplen con la especificación establecida en planos. En el caso del 280kg/cm² se presentan algunos incumplimientos de resistencia. Además se observa que no hay un control sobre la temperatura de la mezcla lo cual puede incidir en el agrietamiento por contracción y el desarrollo de resistencia en el concreto.</p>		
10. Palabras clave PITRA, Paracito, Puente, gestión, control de calidad, prácticas constructivas.	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 29



**INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN
Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de
Moravia Paracito de Santo Domingo. Licitación Pública No. 012-2004.**

Departamento encargado del proyecto: Gerencia de Construcción de Vías y Puentes, CONAVI

Laboratorio de verificación de calidad: L.G.C. Ingeniería de Pavimentos S.A.

Empresa contratista: CODOCSA SA

Laboratorio de control de calidad: CAC/SA.

Monto original del contrato: US\$ 550 167.12 (dólares),

Monto ampliado del contrato: US\$ 808.493,48 (dólares),

Plazo original de ejecución: 120 días naturales

Plazo ampliado de ejecución: 175 días naturales

Longitud del proyecto: 40 metros

Coordinador General de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA-LanammeUCR:

Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, PhD.

Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR:

Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.

Auditores:

Ing. Víctor Cervantes Calvo, Auditor Técnico Adjunto

Ing. Francisco Fonseca Chaves, MBA, Auditor Técnico Líder

Asesor Legal :

Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

El alcance de esta Auditoría Técnica se centró en el análisis de la información recopilada sobre la gestión del proyecto, las prácticas constructivas y la calidad de los materiales incorporados a la misma.



TABLA DE CONTENIDOS

1.	FUNDAMENTACIÓN.....	7
2.	OBJETIVO DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	7
3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN	8
4.	ANTECEDENTES.....	9
5.	METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA	11
6.	ALCANCE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	11
7.	RESPONSABLES DEL PROYECTO.....	12
8.	INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR	12
9.	AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-PI-AT-016B-16	13
10.	RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.....	13
	A. SOBRE LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	14
	<i>OBSERVACIÓN 1. SE EVIDENCIARON DEBILIDADES EN LA EVOLUCIÓN DEL PROYECTO QUE DESENCADENARON EN EL ATRASO DEL MISMO.....</i>	14
	<i>OBSERVACIÓN 2. SE DETECTÓ LA NECESIDAD DE UN FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL EN LAS CONTRATACIONES DE LOS ORGANISMOS DE ENSAYO PARA VERIFICACIÓN.</i>	17
	<i>HALLAZGO 1. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN LOS TIEMPOS MÍNIMOS DE NOTIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS EN EL PROYECTO.</i>	18
	B. SOBRE LAS PRACTICAS CONSTRUCTIVAS.....	19
	<i>OBSERVACIÓN 3. SE EVIDENCIARON INCUMPLIMIENTOS EN LAS DISTANCIAS MÍNIMAS REQUERIDAS EN ACI 304 ENTRE LA BOMBA DE CONCRETO Y LOS CABLES ELÉCTRICOS</i>	19
	<i>HALLAZGO 2. SE HAN EVIDENCIADO INCUMPLIMIENTOS EN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE COLOCACIÓN DE CONCRETO DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....</i>	20
	C. SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	22
	<i>HALLAZGO 3. EL CONCRETO CON RESISTENCIA DE 700 KG/CM² A LOS 28 DÍAS CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DE RESISTENCIA ESTABLECIDAS EN EL MANUAL DE ESPECIFICACIONES DE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS, CAMINOS Y PUENTES CR-77. EN EL CASO DEL CONCRETO 280KG/CM² SE PRESENTAN ALGUNOS INCUMPLIMIENTOS</i>	22
11.	CONCLUSIONES.....	26
12.	RECOMENDACIONES.....	27
13.	REFERENCIAS	28



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS EVENTOS ASOCIADOS AL PROYECTO	9
TABLA 2. LISTA DE CAMBIOS DE ACTIVIDADES DE COLADAS EN EL AL PROYECTO	18
TABLA 3. RESULTADOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR EL LANAMMEUCR DE CONCRETO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 280KG/CM ²	23
TABLA 4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PORCENTAJE FUERA DE LOS RANGOS ESTIMADOS PARA LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR EL LANAMMEUCR DE CONCRETO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 280KG/CM ²	23
TABLA 5. RESULTADOS DE LAS MUESTRAS ENSAYADAS POR LANAMMEUCR DE CONCRETO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 700KG/CM ²	25

ÍNDICE DE GRÁFICO

GRÁFICO 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE LAS MUESTRAS TOMADAS POR EL LANAMMEUCR.....	24
---	----



INFORME FINAL DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES, PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y GESTIÓN. PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SOBRE EL RÍO VIRILLA SOBRE RUTA NACIONAL 220 SECCIÓN LA TRINIDAD DE MORAVIA PARACITO DE SANTO DOMINGO. LICITACIÓN PÚBLICA NO. 012-2004.

1. FUNDAMENTACIÓN

La Auditoría Técnica externa a proyectos en ejecución para el sector vial, se realiza de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley N°8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley N°8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

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

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

2. OBJETIVO DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

El objetivo de esta Auditoría Técnica realizada en el proyecto “Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de Moravia Paracito de Santo Domingo” es dar a conocer a la Administración, desde el punto de vista externo, situaciones relacionadas a la gestión, aspectos constructivos y la calidad de los materiales. Es importante mencionar que se han comunicado resultados de los ensayos realizados al concreto utilizado, así como otros aspectos relevantes para este proyecto mediante los oficios LM-PI-AT-99-2016 y LM-AT-139-2016 del año 2016.

Se procura que este informe sea una herramienta que le permita a la Administración evaluar las condiciones en las que se ha venido desarrollando el proyecto de manera que pueda contribuir a la toma de decisiones sobre aspectos que se deben considerar tanto en este proyecto, como en futuras obras viales para que se logren ejecutar de una manera eficiente, minimizando la posibilidad de atrasos en los plazos de conclusión, gastos adicionales que se presenten por aspectos previsibles y buscando siempre la calidad requerida y esperada en las obras de acuerdo con las especificaciones establecidas y que justifique la inversión realizada.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 7 de 29
-------------------------	---	----------------



Este informe se efectuó siguiendo los procedimientos de Auditoría Técnica, mediante la solicitud y revisión de la documentación del proyecto, así como la verificación de las condiciones indicadas anteriormente durante el proceso constructivo mediante visitas al sitio y ensayos de calidad a los materiales.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y UBICACIÓN

El contrato para este proyecto fue firmado el 14 de noviembre de 2005 entre Conavi y la empresa Constructora Codocsa S.A, posteriormente, después de una serie de circunstancias las cuales se detallan en la Tabla 1, se inicia la construcción en octubre de 2015. Según el Cartel de Licitación, el alcance del proyecto es que se realicen las actividades de diseño y construcción de un puente de dos vías y de 40 metros de largo en un sólo tramo sobre el Río Virilla en la Ruta 220 entre la Trinidad de Moravia y Paracito de Santo Domingo.

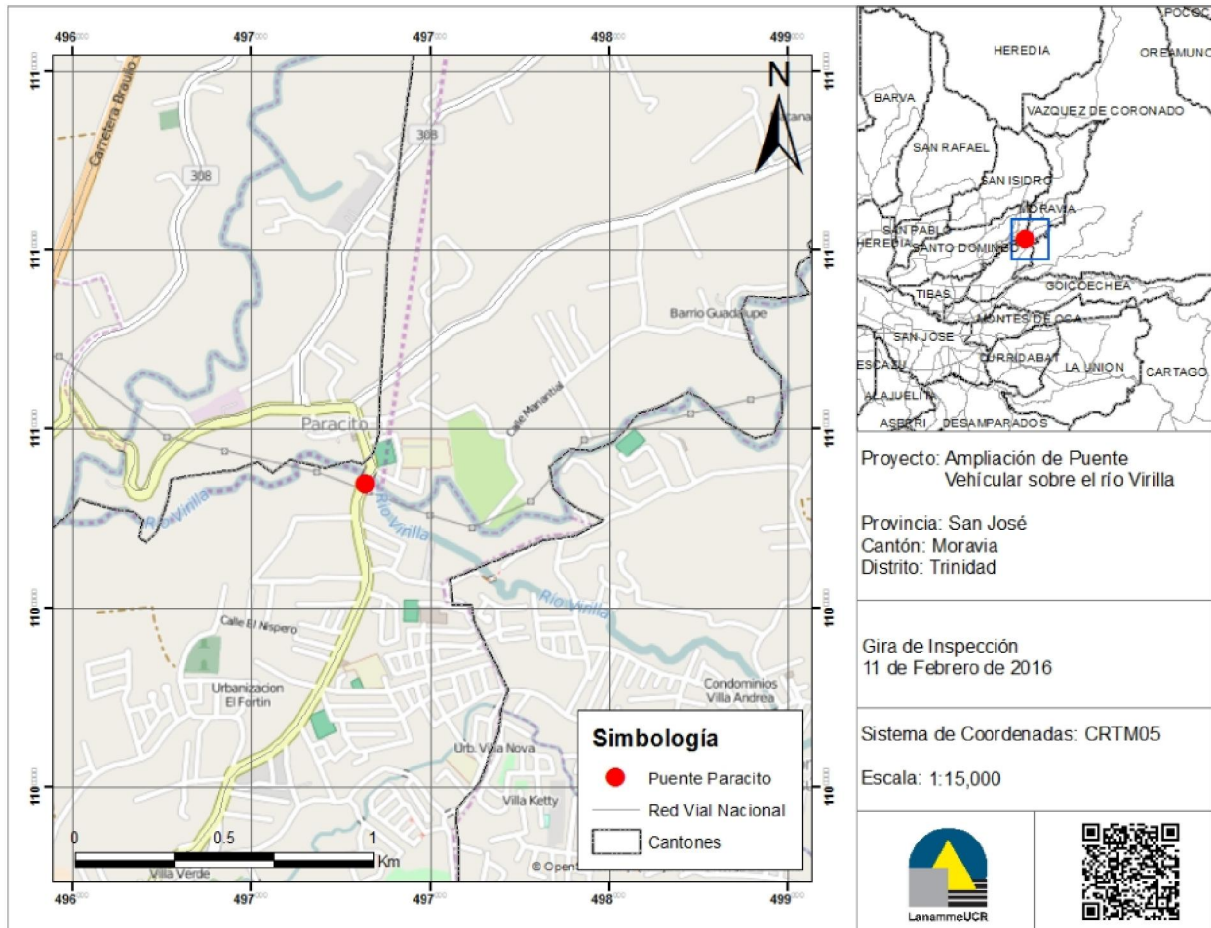


Figura 1. Ubicación del proyecto sobre la Ruta Nacional N°220



El monto original del contrato es de \$550.167,12 (dólares) y el plazo de ejecución inicial es de 120 días naturales que incluyen diseño y construcción del proyecto, contados a partir de la emisión de la orden de inicio por parte de la unidad supervisora del contrato. La distribución del tiempo se considerará de la siguiente forma: 25% de tiempo corresponde al plazo asignado para el diseño y elaboración de planos constructivos y el 75% restante corresponde a la construcción de la estructura.

4. ANTECEDENTES

A manera de antecedente es importante mencionar que a pesar de que la construcción de este puente se inicio a finales del año 2015, esta obra fue licitada en noviembre del 2004. En la Tabla 1 se muestran los principales eventos asociados al proyecto.

Tabla 1. Resumen de los eventos asociados al proyecto

Fecha	Evento
26 de noviembre del 2004	La empresa CODOCSA presenta su oferta económica para el proyecto de Diseño y construcción del puente sobre el río Virilla, en la ruta nacional 220 – La Trinidad de Moravia – Paracito
14 de noviembre del 2005	El contrato fue firmado entre las partes (CONAVI-CODOCSA)
6 de diciembre del 2005	La Contraloría General refrenda el contrato entre la empresa CODOCSA y CONAVI para el diseño y construcción del puente sobre el río Virilla, en la ruta nacional 220
13 de marzo del 2006	La empresa CODOCSA inicia la etapa de diseño del puente
16 de junio del 2006	La empresa CODOCSA presenta los planos constructivos y demás documentos solicitados para esta etapa. Se solicita un cambio del tipo de protección del cauce
29 de noviembre del 2006	El CONAVI envía una carta a la empresa CODOCSA en la cual solicita enviar una justificación técnica para la alternativa propuesta de protección del cauce, para que sea analizada por la directora de puentes del MOPT y poder continuar con la etapa constructiva
1 de marzo del 2007	El CONAVI recibe una carta de parte de la empresa CODOCSA, se concluye que la protección de los márgenes puede realizarse con escollera de piedra con mortero, tal y como fue solicitado en el cartel y ofertado por la empresa inicialmente
21 de mayo del 2007	El CONAVI recibe el refrendo de la Contraloría y el 23 de mayo del 2007, el CONAVI convoca a la empresa CODOCSA para una reunión de preconstrucción el día 28 de mayo del 2007 con el fin de iniciar los trabajos
28 de mayo del 2007	La empresa CODOCSA indica que para dar la orden de inicio se requiere de los siguientes documentos: viabilidad ambiental otorgada por SETENA, permisos de obras en cauces de ríos otorgada por el departamento de aguas del MINAE, permiso de intervención del área protegida del río que otorga la oficina regional del MINAE, además se solicita indicar si la expropiación requerida para la construcción de uno de los bastiones ya fue realizada.
8 de febrero del 2008	La empresa CODOCSA presentó una solicitud de rescisión del contrato por mutuo acuerdo, esto en vista de que el proyecto a la fecha llevaba un periodo de suspensión de 670 días calendario. Se argumenta además que la causa de suspensión no es culpa de CODOCSA debido a que la administración, según CODOCSA, había sido incapaz de obtener la expropiación requerida para iniciar las obras

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 9 de 29
-------------------------	---	----------------



Fecha	Evento
24 de abril del 2008	El MOPT envía una carta al CONAVI donde se indicaba que el terreno que tenía que expropiarse quedó inscrito a nombre del estado
13 de mayo del 2008	El CONAVI envía una carta a CODOCSA en la cual se convoca a una reunión de preconstrucción para el día 16 de mayo del 2008
16 de mayo del 2008	CODOCSA presentó para su revisión la actualización y colonización de los precios del proyecto, en donde se demuestra que el balance es de un 64,2 %
23 de mayo del 2008	Se trasladó a la dirección ejecutiva del CONAVI la documentación para la revisión, actualización y colonización de los precios del proyecto en referencia, presentados por la empresa CODOCSA solicitándole al Ing. Alejandro Molina Solís trasladarla a la Unidad de Costos, con la finalidad de gestionar posteriormente la modificación de contrato de dicho proyecto
3 de junio del 2008	Se le envía a la empresa una orden de inicio, la cual se devuelve sin firmar alegando que no iniciará labores hasta que no se garantice el equilibrio económico de la oferta. De insistir con la orden de inicio, se verán obligados a rescindir el contrato por mutuo acuerdo con responsabilidad para la administración, si no se llega a un acuerdo recurrirían a los tribunales de justicia.
24 de junio del 2008	Se solicita dar trámite urgente y rápido a la revisión de la actualización de los precios del proyecto
28 de agosto del 2008	Se envía un memorando al departamento legal de CONAVI, lo que se solicita en información acerca de las implicaciones legales de no acatar lo que indica CODOCSA en su carta del 3 de junio del 2008
18 de junio del 2010	CODOCSA presenta al CONAVI la documentación correspondiente a la actualización de los precios del proyecto solicitada por el CONAVI mediante el oficio D11-01-10-1338, el proyecto pasa de un costo de USD\$ 550.167,12 a USD\$ 1.003.427,96
11 de noviembre del 2010	Se redacta un memorando en el CONAVI en el cual se explica el procedimiento para llevar a cabo las actualizaciones de precios
1 de febrero del 2012	La Contraloría General deniega la solicitud de refrendo de la adenda N1 al contrato suscrito entre el CONAVI y la empresa CODOCSA para cambiar la moneda y variar el monto del contrato para el diseño y construcción del puente sobre el río Virilla
22 de octubre del 2012	CODOCSA presenta una nueva actualización de precios, que es aceptada por el CONAVI, el proyecto pasa a un costo de ₡638.532.689,62
9 de julio del 2013	Se deniega autorización gestionada por el CONAVI en relación con la solicitud de autorización para proceder con la modificación contractual de la Licitación Pública N° LP-012-04 para el Diseño y Construcción del puente sobre el río Virilla, ruta nacional N° 220, modificación que versa sobre la colonización y modificación del precio con respecto al monto original, por un monto actualizado de ₡638.532.689,62
22 de mayo del 2014	El CONAVI envía una carta a CODOCSA en la cual se le solicita a la empresa realizar una revisión del diseño del puente y considerar en la misma que dicha estructura se pueda ajustar a las nuevas normativas dictadas por el consejo en relación a la seguridad del peatón y a la ley 7600. También se solicita indicar si por la implementación de lo antes descrito, la estructura sufriría alguna modificación sustancial y los costos adicionales, de existir, que conllevan esta modificación
5 de junio del 2014	CODOCSA envía una carta al CONAVI en la cual se presenta la nueva tabla de cantidades y precios que detalla los costos adicionales producto del aumento de cantidades de la obras inicialmente (en 2004) el costo de la obra fue de USD\$ 550.167,12 y ahora el costo al considerar estas modificaciones pasa a USD\$ 796.437,38



Fecha	Evento
12 de febrero del 2015	Se autoriza modificación con fundamento en el artículo 200 del Reglamento a la Ley de Contratación Administrativa, del contrato suscrito entre el Consejo Nacional de Vialidad (CONAVI) y la empresa CODOCSA S.A., correspondiente al Diseño y Construcción del puente sobre el río Virilla, Ruta Nacional 220, sección: La Trinidad de Moravia-Paracito, derivado de la Licitación Pública LP-012-04, modificación que consiste en variaciones al objeto a efecto de ajustarlo a la Ley 7600, aumentar el plazo de ejecución en 55 días naturales y el precio en \$258.326, 36 (Aumento del 46.95 %)
13 de julio del 2015	La SETENA otorga la viabilidad ambiental
22 de septiembre del 2015	El CONAVI envía una carta a CODOCSA en la cual se convoca a la empresa a una reunión de preconstrucción el día 5 de octubre del 2015 a las 10 am

5. METODOLOGÍA DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

El período de realización de la auditoría abarcó el periodo comprendido entre febrero a octubre de 2016, contando con la colaboración de los laboratorios del LanammeUCR. Se realizaron ensayos de materiales granulares y de concreto fresco con el fin de observar la calidad de estos materiales del proyecto.

Además se realizaron visitas técnicas durante este periodo, con el fin de observar el avance del proyecto, las prácticas constructivas, los muestreos y los acabados durante la ejecución de la obra. Algunas de las observaciones del equipo auditor durante estas visitas quedaron plasmadas en oficios entregados a la Administración.

Finalmente, se revisó el expediente del proyecto con el fin de analizar la correspondencia con el fin de determinar si existieron atrasos atribuibles a la ingeniería de proyecto.

6. ALCANCE DE LA AUDITORÍA TÉCNICA

El alcance de esta Auditoría Técnica se centró en observar aspectos de gestión del proyecto y realizar ensayos a los materiales que se incorporaron en la obra como el concreto. Además presenciar prácticas constructivas que se utilizaron para la construcción del Puente sobre el Río Virilla sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de Moravia Paracito de Santo Domingo en el periodo indicado previamente.

Es importante mencionar que este informe no pretende ser un dictamen final de la calidad del proyecto sobre la Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de Moravia Paracito de Santo Domingo, sino un insumo para que la Administración realice una revisión de los resultados obtenidos por el LanammeUCR, en contraste con los controles propios, tanto de la verificación como del control de calidad por parte del contratista, controles que deben existir en todo proyecto de obra vial.

Por otro lado, se reitera que la Auditoría Técnica corresponde a una descripción de los hechos observados en un momento determinado. Es un instrumento específico del proyecto, los datos presentados en los informes emitidos por esta Unidad sirven como referencia para

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 11 de 29
-------------------------	---	-----------------



que la Administración tome las acciones correctivas respectivas. La determinación del cumplimiento contractual y corrección de defectos o aplicación de multas corresponde a la Administración.

7. RESPONSABLES DEL PROYECTO

a) Responsables por parte de la Administración:

- Entidad ejecutora del contrato: Gerencia de Construcción de Vías y Puentes
- Laboratorio de Verificación de Calidad, por parte de la Administración: la verificación de calidad está a cargo del Laboratorio de LGC Ingeniería de Pavimentos que es el organismo de ensayo encargado de efectuar los ensayos de verificación de calidad a los materiales que utiliza el Contratista en este proyecto.

b) Responsables por parte de la empresa constructora:

- Contratista: La empresa Contratista CODOCSA es la adjudicataria de la Licitación Pública No. 012-2004 Proyecto: Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla sobre Ruta Nacional 220 Sección La Trinidad de Moravia Paracito de Santo Domingo.
- Laboratorio de Autocontrol de Calidad: el consultor de calidad del Contratista y laboratorio de autocontrol es CACISA, quien 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.

8. INTEGRANTES DEL EQUIPO DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR

- Ing. Luis Guillermo Loría Salazar. PhD (Coordinador General del Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA-LanammeUCR)
- Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc. (Coordinadora de la Unidad de Auditoría Técnica PITRA-LanammeUCR)
- Ing. Francisco Fonseca Chaves. (Auditor Técnico Líder)
- Ing. Víctor Cervantes Calvo (Auditor Técnico Adjunto)
- Lic. Miguel Chacón Alvarado (Asesor Legal)

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 12 de 29
-------------------------	---	-----------------



9. AUDIENCIA A LA PARTE AUDITADA PARA ANÁLISIS DEL INFORME EN SU VERSION PRELIMINAR LM-PI-AT-016B-16

Como parte de los procedimientos de auditoría técnica, mediante oficio LM-AT-184-16 de 17 de noviembre de 2016 se envía el informe preliminar LM-PI-AT-011B-16 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 auditoría, 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. Dicho plazo se extendía hasta el 8 de diciembre de 2016.

Como parte del proceso de Auditoría se propone una reunión el martes 29 de noviembre de 2016 con el auditado con el fin de comentar aspectos relacionados con el informe. Esta reunión contó con la participación de la Ing. Silvia Gómez Granados y el Sr. Steven Segura Arias por parte de la Gerencia de Construcción de Vías y Puentes; la Ing. Melissa Salas Pérez de la Auditoría Interna de CONAVI y por parte del LanammeUCR, el Ing. Francisco Fonseca Chaves, el Ing. Victor Cervantes Calvo, la Ing. Wendy Sequeira Rojas, el Lic. Miguel Chacón Alvarado y el Lic. Owen Gooden Morales,.

El día viernes 9 de diciembre de 2016 se recibe en las instalaciones del LanammeUCR el oficio GCTI-22-16-1358 (0443) con asunto: Respuesta al informe preliminar del oficio LM-AT-184-2016 (Proyecto: LM-PI-AT-011B-16) relacionado con el Proyecto Diseño y Construcción del Puente sobre el Río Virilla, Ruta Nacional N°220, sección Trinidad de Moravia – Paracito (Licitación Pública N° 0012-2004).

Por 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-011-16 en su versión final para ser enviado a las instituciones que indica la ley.

10. RESULTADOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

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

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 13 de 29
-------------------------	---	-----------------



las buenas prácticas de la ingeniería, principios generales, medidas basadas en experiencia internacional o nacional. Además, tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.

Por lo tanto las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas, que prevengan el riesgo potencial de incumplimiento.

A. SOBRE LA GESTIÓN DEL PROYECTO

Observación 1. Se evidenciaron debilidades en la evolución del proyecto que desencadenaron en el atraso del mismo.

Durante el proceso de materialización de la obra, que incluía las etapas de diseño y construcción, se detectaron eventos que ocasionaron importantes atrasos en la ejecución de las obras. El primero de estos eventos data del 16 de junio de 2006 en donde la empresa contratista presenta los siguientes documentos:

- Memoria de cálculo estructural
- Planos constructivos del puente
- Estudio de suelos
- Estudio Hidrológico
- Programa de trabajo de la etapa constructiva del proyecto
- Presupuesto y lista final de cantidades

Además se incluye una recomendación que consiste en sustituir dos de los ítems de pago: Escollera de piedra ligada con mortero (619B) y gaviones (619C(1)), por un sistema articulado de bloques de concreto Armorflex. Se argumentó que el sistema propuesto tiene una rugosidad superficial menor, lo cual disminuye la turbulencia y con ello el desgaste superficial. Con esta alternativa el costo del proyecto aumentaría en US\$ 29.078,20.

Ante esta propuesta, el 21 de junio del 2006, mediante el oficio No. 2006330 la Dirección de Puentes del MOPT no aprueba el aumento en el costo del proyecto asociado a la nueva alternativa de protección del cauce.

Posteriormente el 29 de noviembre del 2006, el CONAVI envía un oficio a la empresa CODOCSA en la cual solicita enviar una justificación técnica a la alternativa propuesta de protección del cauce, para que sea analizada por la Dirección de Puentes del MOPT y poder continuar con la etapa constructiva. Se solicita que esta información sea entregada en las oficinas del CONAVI a más tardar el 8 de diciembre del 2006, ya que en caso contrario se continuará con los trámites correspondientes para la construcción de la estructura sin la aprobación del aumento de precio.

Para la fecha del 2 de enero del 2007, el CONAVI envía, nuevamente, un oficio a la empresa CODOCSA reiterando la solicitud de la justificación técnica para la alternativa de protección

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 14 de 29
-------------------------	---	-----------------



del cauce propuesta, y en esta ocasión se indica que esta información debe ser entregada a más tardar el 8 de enero del 2007, ya que en caso contrario se continuará con los trámites correspondientes para la construcción de la estructura sin la aprobación del aumento de precio.

El 1 de marzo del 2007, el CONAVI recibe una carta de parte de la empresa CODOCSA, se concluye que la protección de los márgenes puede realizarse con escollera de piedra con mortero, tal y como fue solicitado en el cartel y ofertado por la empresa inicialmente.

Basándose en la información previamente presentada se observa que hubo un atraso de 259 días en la ejecución del proyecto debido a un cambio que no se materializó y que además resultó no ser indispensable para la construcción del puente.

El segundo evento que afectó el plazo de tiempo de ejecución sucede el 28 de mayo de 2007 en la cual la empresa contratista le indica al CONAVI que para poder proceder con la orden de inicio deben solicitar entre otras cosas el permiso de obras en cauces de ríos (otorgada por el departamento de aguas del MINAE) y el permiso de intervención del área protegida del río que otorga la oficina regional del MINAE.

El 28 de mayo del 2007 el Ing. Jorge Barquero (CONAVI) envía un memorando al Ing. Carlos Pereira, en el cual indica que no se tienen los permisos de cauces de ríos, ni los de intervención de área protegida, se acepta que había un desconocimiento acerca de la necesidad de contar con estos permisos.

El 25 de septiembre del 2007, se redacta un memorando en el CONAVI dirigido al Ing. Carlos Pereira, en el que se adjunta la copia de la resolución de obra en el cauce del MINAE, indicando que se autorizó la construcción del puente en lo que refiere a las obras necesarias dentro del cauce. Además se menciona que el proyecto en referencia no requería del trámite para obras en cauce del dominio público.

De forma similar que el anterior caso, basado en la información recabada por el equipo auditor, se observa que hubo un atraso de 121 días en el proyecto por desconocimiento de los permisos que se debían solicitar para el proyecto en cuestión.

Finalmente, es importante señalar que hubo una expropiación de una pequeña sección de terreno privado que se logró realizar hasta abril de 2008. Esta situación, a pesar de ser algo ajeno a la ingeniería de proyecto, generó importantes atrasos para poder dar la orden de inicio al proyecto.

En el siguiente diagrama se muestra una línea de tiempo desde el momento que se finalizó el proceso de diseño hasta el inicio de la fase constructiva.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 15 de 29
-------------------------	---	-----------------

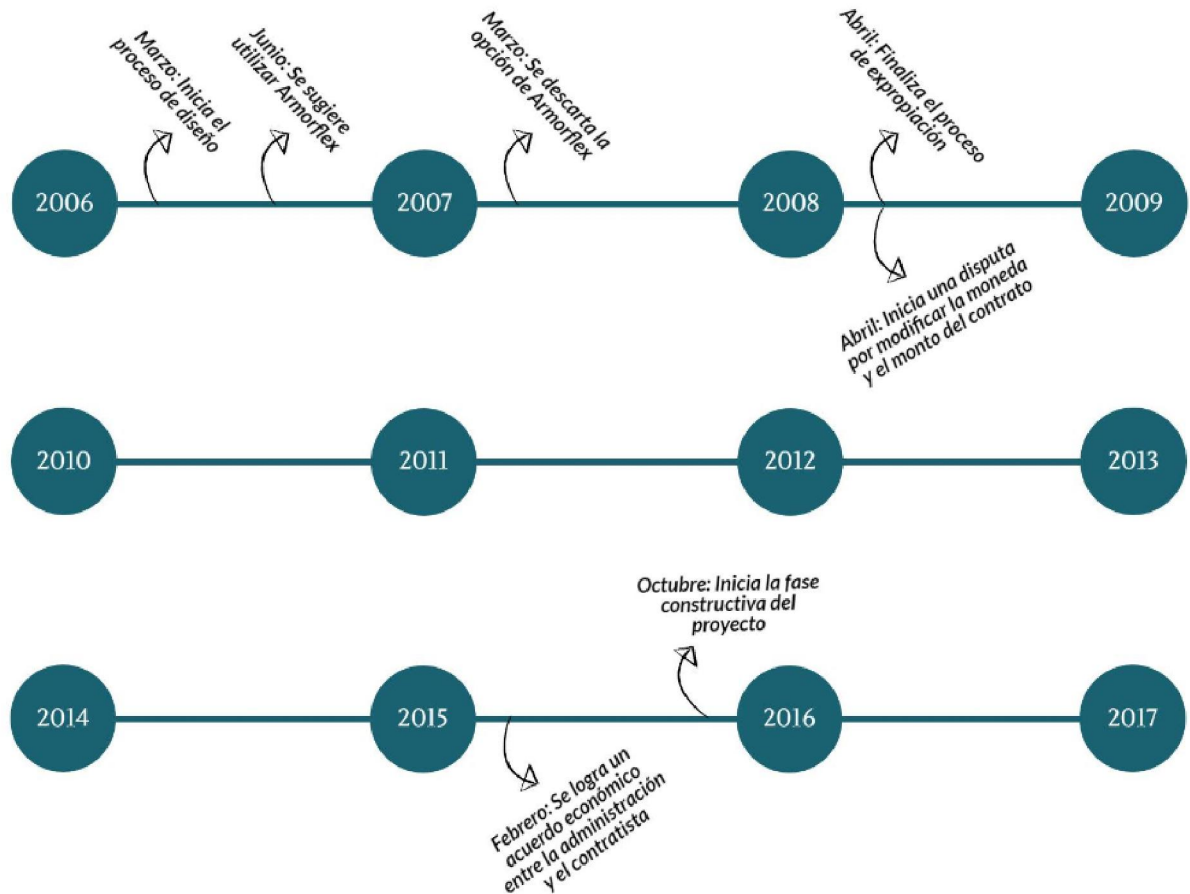


Figura 2. Línea de tiempo del proyecto a partir del 2006

Es criterio del equipo auditor que este tipo de debilidades en la gestión del proyecto ocasionan atrasos innecesarios en la ejecución del mismo, lo cual no sólo encarece el costo del proyecto sino que también tiene un alto costo debido a la pérdida de beneficio social al no materializarse de manera más oportuna.



Observación 2. Se detectó la necesidad de un fortalecimiento de la capacidad institucional en las contrataciones de los organismos de ensayo para verificación.

Durante el 2016 el equipo auditor ha procedido a realizar visitas periódicas a los proyectos "Diseño y Construcción del puente sobre el río Virilla, Ruta Nacional 220, sección: La Trinidad de Moravia-Paracito, derivado de la Licitación Pública LP-012-04" y "Contratación Directa N° 2013CV-000017-0DI00: Rehabilitación Integral (Subestructura y Superestructura) del puente sobre el río Virilla, Ruta Nacional N°1, Autopista General Cañas". Las visitas realizadas durante la ejecución de ambas auditorías, el equipo auditor evidenció que el laboratorio de LGC Ingeniería de Pavimentos realiza funciones en el primer proyecto como Verificación de Calidad y en el segundo como Autocontrol de Calidad, esto para un mismo contratista en ambos proyectos (CODOCSA). Esta situación fue comunicada a la Dirección Ejecutiva de CONAVI mediante oficio LM-AT-97-16 del 20 de mayo de 2016, a la fecha de emisión de este informe no se ha recibido el criterio de dicha dependencia.



Fotografía 1. Ensayos de laboratorio LGC en Proyecto Puente sobre el río Virilla, Ruta Nacional 220 fungiendo como Laboratorio de Verificación. Fecha: 7 de setiembre 2016 Fuente: LanammeUCR



Fotografía 2. Ensayos de laboratorio LGC en Proyecto Puente sobre el río Virilla, Ruta Nacional 1 fungiendo como Laboratorio de Autocontrol. Fecha: 7 de abril 2016 Fuente: LanammeUCR

En relación con lo anterior, se debe destacar lo dispuesto en el "Reglamento para conformar un registro de consultoras, para contratar servicios de apoyo a la fiscalización de los contratos para la ejecución de proyectos de rehabilitación, mejoramiento y obra nueva de la Red Vial Nacional"¹, normativa que en el artículo 23 inciso d dispone:

¹ Reglamento conocido como REFOVIAL y publicado en la Gaceta del 7 de mayo de 2009

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 17 de 29
-------------------------	---	-----------------



"En caso de que la Unidad de Verificación de la Calidad u Organismo de Ensayo brinde servicios de control de calidad (autocontrol) a una empresa contratista en particular, no podrá brindar servicios de verificación de la calidad para el CONAVI, en proyectos que ejecute esta misma empresa contratista; ni en plantas que suministran mezcla asfáltica a proyectos (SIC) cualquier proyecto de CONAVI adjudicados a dichos contratistas (aquellos a los que presten servicios de autocontrol)." (CONAVI, 2009)

Es muy importante señalar que este reglamento no se encuentra vigente, según lo declarado por la Ingeniería de proyecto. Sin embargo, evidencia la necesidad de evitar que este tipo de relaciones acontezca, en la contratación de organismos de ensayo, con el fin de poder evitar posibles conflictos de interés. Es criterio del equipo auditor que se deben fortalecer los controles en las contrataciones que deban realizarse para diferentes proyectos a nivel institucional de manera que las distintas Gerencias y Unidades Ejecutoras estén informadas tanto de los organismos de ensayo que se encuentran ejerciendo labores de control de calidad, así como de verificación de calidad en cada proyecto, con la finalidad de establecer que actividades pueden desempeñar como parte de las empresas encargadas de la obra de construcción.

Hallazgo 1. Se evidenciaron incumplimientos en los tiempos mínimos de notificación de las actividades constructivas en el proyecto.

Durante la ejecución del proyecto se ha evidenciado que en varias ocasiones se realizan cambios en la ejecución de las coladas de concreto de los diferentes elementos que componen el puente. Estos cambios suelen ser notificados por el contratista al ingeniero de proyecto en el mismo día en que se realizan las actividades, ya sea adelantando las actividades o retrasando las mismas. En la tabla 2 se muestran algunos cambios en las actividades de colocación de concreto de las que tiene conocimiento el equipo auditor.

Tabla 2. Lista de cambios de actividades de coladas en el al proyecto

Fecha Prevista	Fecha de Colada
14 de mayo	16 de mayo
1 de setiembre	31 de agosto
2 de setiembre	1 de setiembre
7 de setiembre (1 pm)	7 de setiembre (10 am)

En el Tomo de Disposiciones Viales para la Construcción y Conservación Vial la cual rige para todos los contratos que realice la División de Obras Públicas (DOP) del MOPT y el CONAVI, se indica específicamente en la Disposición Vial SC-03-2001 titulada "Aseguramiento de la Calidad" en el capítulo 4 "Lineamientos generales" división 4.1 "Para el Contratista" apartado "f" que el contratista debe de "Notificar al Ingeniero de Proyecto al

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 18 de 29
-------------------------	---	-----------------



menos 24 horas antes, el inicio de cada proceso de producción y/o construcción" (MOPT, 2001).

Los cambios citados en la tabla 2 no cumplen con el tiempo mínimo que está especificado en la Disposición Vial por lo que representa una infracción a esta normativa. Es criterio del equipo auditor que estos cambios en las actividades del proyecto sin avisos oportunos, pueden entorpecer las labores específicas de los organismos de ensayo así como de la inspección por parte de la ingeniería de proyecto y el organismo de inspección a cargo, lo cual a la postre puede incidir en la calidad final de la obra.

B. SOBRE LAS PRACTICAS CONSTRUCTIVAS

Observación 3. Se evidenciaron incumplimientos en las distancias mínimas requeridas en ACI 304 entre la bomba de concreto y los cables eléctricos

Durante una visita realizada el 17 de mayo de 2016 se estaba realizando la actividad de colocación de concreto. Esta actividad se realizó con una bomba de concreto telescópica como se observa en la fotografía 3.



Fotografía 3. Bomba telescópica cerca de cables eléctricos. Ubicación: Sobre la Ruta 220, Fecha 17 de mayo de 2016. Fuente: LanammeUCR.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 19 de 29
-------------------------	---	-----------------



Como se observa en la fotografía anterior la pluma de la bomba se encuentra cerca de los cables eléctricos que están en el sitio de obra.

Según ACI 304 "Bombeo de Concreto" en su capítulo 5 "Prácticas de campo" apartado 5.3 "Colocación de Pluma" indica que:

"El operario de la pluma debe evitar en todo momento la peligrosa cercanía o el contacto con líneas de energía. Debe por tanto mantener un espacio libre de 5 m tomando en cuenta el movimiento de los cables por la fuerza del viento. La pluma de colocación, el concreto que se está bombeando y todas las partes de la bomba y del camión de premezclado son conductores de electricidad. Cualquier persona que entre en contacto con los mismos estará en riesgo." (Instituto Americano del Concreto, 1999)

Según se observa en la fotografía anterior no existe una distancia adecuada entre los cables y la bomba. Mediante GCTI-22-16-1358 (0443) del 07 de diciembre de 2016, la ingeniera de proyecto de la obra auditada indica que existió coordinación para la desconexión de energía tanto para las líneas de alta tensión del Instituto Costarricense de Electricidad, así como para las líneas eléctricas de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. Esta coordinación se realizó para las actividades de colocación de concreto así como los trabajos de extensión, movilización y eliminación del puente modular.

Es criterio del equipo auditor que la desconexión de redes eléctricas es una práctica conveniente con el fin de evitar exponer al personal de la obra a riesgos laborales innecesarios. Por lo que se recomienda establecer procedimientos estandarizadas para este tipo de coladas. Además el equipo auditor recomienda utilizar bombas estacionarias o canoas para descarga directa del concreto en estos casos con el fin de mitigar este riesgo.

Hallazgo 2. Se han evidenciado incumplimientos en las buenas prácticas de colocación de concreto durante la ejecución del proyecto.

El día 7 de setiembre de 2016, la Unidad de Auditoría Técnica procedió a realizar una visita en conjunto con el Laboratorio de Concreto y Agregados del LanammeUCR con el fin de tomar muestras del concreto que iba a ser colocado en las vigas diafragma del proyecto. Durante el colado de las vigas se utilizaron varias formas de colocación aceptadas como balde con grúa (fotografía 4), descarga directa con canoas (fotografía 5) y colocación con baldes manuales.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 20 de 29
-------------------------	---	-----------------

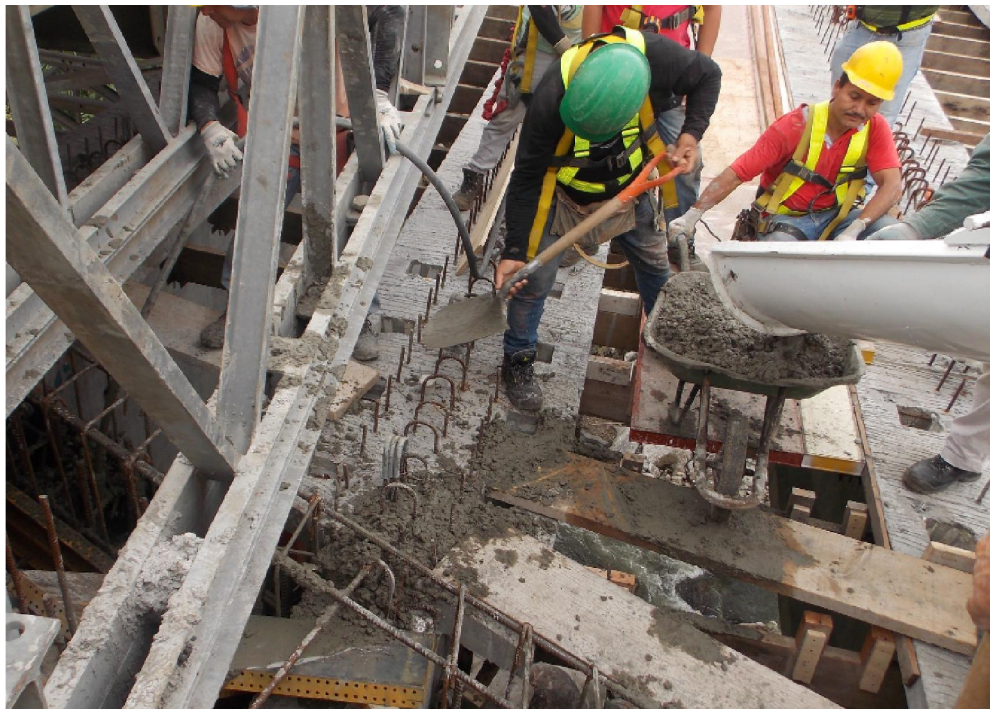


Fotografía 4. Colocación con balde de grúa. Fecha: 7 de setiembre 2016 Fuente LanammeUCR



Fotografía 5. Colocación con canoas mediante descarga directa. Fecha: 7 de setiembre 2016 Fuente: LanammeUCR

Sin embargo, también se observaron, en partes puntuales de la colada, prácticas inadecuadas en la colocación del concreto, como el lanzamiento del concreto con la pala, lo cual puede favorecer la segregación.



Fotografía 6. Colocación de concreto mediante lanzamiento con pala. Ubicación: Sobre la Ruta 220, Fecha 7 de setiembre de 2015. Fuente: LanammeUCR.



Según el Manual de Especificaciones para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes CR-77 en la sección 602 Concreto Estructural división 602 A.11 Colado de Hormigón y Retiro de Formaleta.

" El hormigón no deberá caer a la formaleta desde una distancia mayor a 1,5 metros a no ser que vaya a ser confinado con canaletas o tubos cerrados. Deberá cuidarse en llenar cada parte del molde depositando el hormigón lo más cerca posible de su posición final".

Es criterio del equipo auditor que, a pesar de que se realizó una colocación con pala se realizó sólo en un pequeño sector, deben evitarse prácticas constructivas inadecuadas que puedan afectar la calidad final de las obras construidas, y de esa forma evitar que la Administración deba incurrir en inversiones futuras para reparaciones producto de errores constructivos.

C. SOBRE LA CALIDAD DE LOS MATERIALES

Hallazgo 3. El concreto con resistencia de 700 kg/cm² a los 28 días cumple con las especificaciones de resistencia establecidas en el Manual de especificaciones de para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-77. En el caso del concreto 280kg/cm² se presentan algunos incumplimientos

Con los resultados de los ensayos realizados del concreto muestreado en el proyecto por el laboratorio del LanammeUCR durante el periodo de la auditoría técnica, se procedió a evaluar su cumplimiento según los planos constructivos aprobados y las especificaciones del proyecto.

Los resultados generales para el concreto se presentan a continuación en la Tabla 3.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 22 de 29
-------------------------	---	-----------------



Tabla 3. Resultados de las muestras ensayadas por el LanammeUCR de concreto de resistencia a compresión de 280kg/cm².

Informe	No ID	Fecha	Elemento	Temperatura	Contenido de aire	Revenimiento	Resistencia (kg/cm ²)
							28 días
I-0633-16	1195-16	17/05/2016	Fundación de bastión Moravia	32,4	4,7	90	302
	1196-16		Fundación de bastión Moravia	35,4	3,8	80	318
I-0711-16	1258-16	29/05/2016	Primera sección de bastión	29,9	1,6	170	338
I-0940-16	1645-16	07/07/2016	Aletón bastión Moravia	32,7	3,6	145	272
I-1263-16	2241-16	07/09/2016	Diafragma Central Lado Heredia	33,3	3,8	160	325
	2242-16	07/09/2016	Diafragma extremo Lado San José	33,6	7,8	205	208

Se puede observar que la resistencia obtenida por las muestras 1645-16 y 2242-16 no cumplen con la resistencia especificada. Según CR-77 en la sección 602 A.04. Pruebas de resistencia del Hormigón apartado e) Evaluación de resistencias "Cuando el esfuerzo de compresión del concreto de una estructura o parte de ella sea menor al 85 por ciento de la resistencia característica especificada a los 28 días, se obligará a demoler la sección afectada." Basado en lo anterior la sección de la muestra 2242-16 no cumple con este umbral.

Adicionalmente, el equipo de la Unidad de Auditoría Técnica realizó un análisis estadístico con los datos de las muestras ensayadas, donde se obtiene un porcentaje total estimado de valores fuera de los rangos de trabajo (PFL) para los parámetros en estudio el cual se desglosa a continuación por laboratorio.

Tabla 4. Análisis estadístico del porcentaje fuera de los rangos estimados para las muestras ensayadas por el LanammeUCR de concreto de resistencia a compresión de 280kg/cm²

Descripción	Especificación	Número de muestras (n)	Porcentaje estimado de datos fuera de los límites de especificación (%)	Máximo porcentaje fuera de los límites de especificación permitido (%)
Temperatura*	20 ± 10°C	6	88,960	48,618
Resistencia	Mínimo de 280 kg/cm ²	6	38,812	48,618

* Especificado en CR-2010



Tal y como se puede observar en los resultados analizados los parámetros de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto se encuentran dentro de los lineamientos de las especificaciones establecidas en el CR-2010 y en el diseño de mezcla presentado a esta auditoría técnica, esto en razón de que el porcentaje de trabajo fuera de los rangos establecidos, debido a la variabilidad del proyecto y calculado con las herramientas estadísticas de la sección 107.05 del CR-2010, es menor al 48,618% establecido en esta sección como aceptable (Tabla 107-2) para un número de 6 muestras .

Por otro lado, para el parámetro de temperatura de la mezcla de concreto en las muestras ensayadas, el valor de las especificaciones establecidas en el CR-2010 es menor al obtenido del análisis estadístico. Para el caso de la temperatura de la mezcla cuyos límites se encuentran entre 10 y 30 °C el valor promedio obtenido fue de 32,7°C, y del análisis estadístico se puede observar que se tiene un porcentaje fuera de los límites de especificación de 88,295% cuando el valor máximo permitido es de 48,618%.

Un inadecuado control de la temperatura de la mezcla de concreto puede incidir en el agrietamiento por contracción y en el desarrollo de resistencia del concreto. (Instituto Americano del Concreto, 2004)

En el siguiente gráfico se puede observar los valores de resistencia a la compresión de cilindros fallados a 28 días, obtenidos por el LanammeUCR. Tal y como se aprecia, dos de los datos promedios se encuentran por debajo del límite establecido.

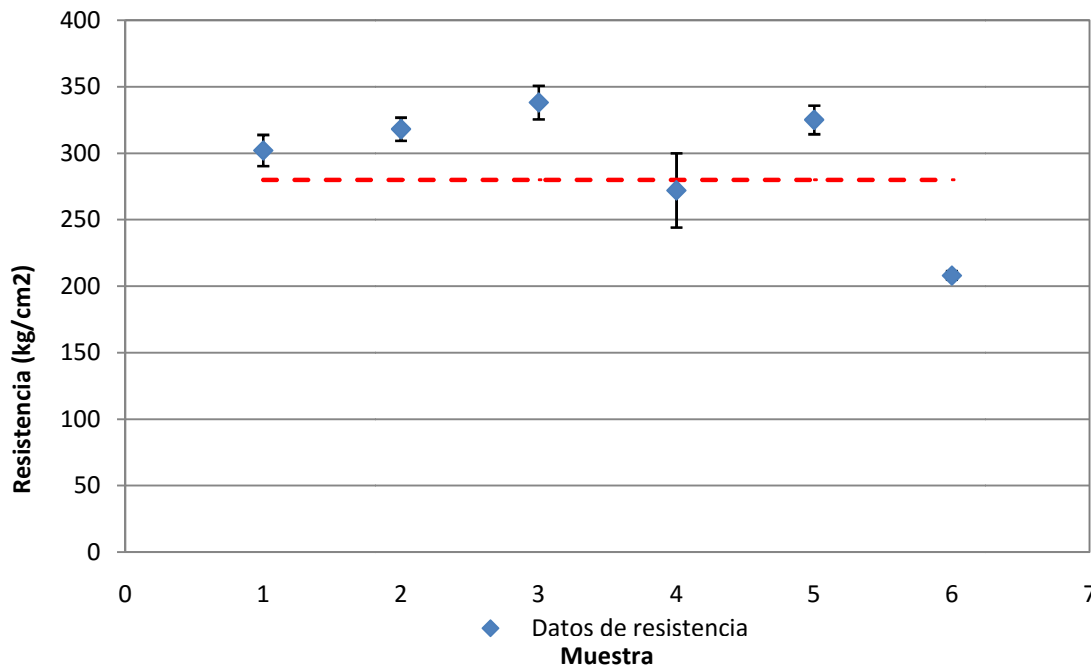


Gráfico 1. Resistencia a la compresión a los 28 días de las muestras tomadas por el LanammeUCR.



En el caso del concreto utilizado en elementos pre fabricados, como las vigas de los puentes, la resistencia a la compresión especificada a los 28 días debe ser mayor a 700kg/cm^2 . Se obtienen una muestra la cual tiene una resistencia a la compresión a los 28 días superior a la establecida por el diseño de mezcla (700kg/cm^2). No se realizó un análisis estadístico debido a que no se cuenta con la cantidad de muestras suficientes.

Tabla 5. Resultados de las muestras ensayadas por LanammeUCR de concreto de resistencia a compresión de 700kg/cm^2 .

Informe	Identificación	Fecha	Elemento	Temperatura (°C)	Revenimiento (mm)	Resistencia (kg/cm^2)		
						7	14	28
I-0711-16	1259-16	30/05/2016	Junta de viga, aguas abajo	28,5	240	601	-	713



11. CONCLUSIONES

- 11.1** Se evidenciaron acciones administrativas en las cuales las debilidades de gestión de la Ingeniería de proyecto provocaron un retraso en el proyecto en 380 días. Estos atrasos durante la gestión del proyecto ocasionan atrasos innecesarios en la ejecución del mismo lo cual no sólo encarece el costo del proyecto sino que también tiene un alto costo debido a la pérdida de beneficio social al no materializarse de manera más oportuna.
- 11.2** Se observó que el laboratorio de Verificación de Calidad del proyecto funge como laboratorio de Autocontrol del Contratista para el mismo contratista en un proyecto de Conavi por lo que podría generar un conflicto de intereses por parte del mismo.
- 11.3** Durante la ejecución del proyecto se observaron cambios en las fechas de las actividades del proyecto las cuales no fueron avisadas a la ingeniería de proyecto con la debida antelación según la Disposición Vial SC-03-2001.
- 11.4** Durante las coladas de concreto del proyecto se determinó que sería recomendable que la pluma de concreto se encuentre más alejada de los cables eléctricos según lo sugiere el Instituto Americano del Concreto o bien utilizar otros métodos para la descarga del concreto.
- 11.5** Se observó que a pesar de que en muchas zonas se estaba realizando la colocación de concreto según las buenas prácticas de la ingeniería, también se observaron, en menor medida, prácticas constructivas que favorecen la segregación y por tanto deben ser eliminadas.
- 11.6** De los muestreos realizados por el LanammeUCR se obtuvo que el concreto del proyecto presenta algunos incumplimientos en la resistencia a la compresión a los 28 días para el concreto 280kg/cm^2 , a pesar de esto el análisis estadístico realizado por el equipo auditor muestra que el lote no se rechaza. Además se evidencia que a partir de los resultados de ensayo no se cuenta con un control sobre la temperatura a la que llega la mezcla de concreto a la obra.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 26 de 29
-------------------------	---	-----------------



12. RECOMENDACIONES

Le corresponde a la Administración definir e implementar las medidas correctivas y preventivas pertinentes, así como los mecanismos de control que contribuyan a subsanar los hallazgos y observaciones planteados en el presente informe. A continuación se indican algunas recomendaciones.

A la Ingeniería de Proyecto

- 1.1 Se recomienda utilizar la normativa que establecen las disposiciones Viales con el fin de se avisen oportunamente las actividades programadas a la Ingeniería de Proyecto.
- 1.2 Se sugiere velar porque las bombas de concreto cumplan con las distancias mínimas recomendadas por el Instituto Americano de Concreto con el fin de asegurar la integridad de los trabajadores de la obra o bien utilizar otros métodos aceptados para la descarga del concreto.
- 1.3 Se recomienda a la Ingeniería de Proyecto procurar eliminar las prácticas constructivas que puedan causar segregación en el concreto con el fin de asegurar la calidad de la obra.
- 1.4 Velar para que se controlen los valores de temperatura de la mezcla de concreto ya que este parámetro puede incidir en la resistencia final del mismo así como de deterioros prematuros como el agrietamiento.

A la Dirección Ejecutiva de CONAVI

- 1.5 Implementar un reglamento para la contratación de organismos de ensayo que sea aplicado a todas las dependencias de la institución, además de brindar herramientas para que las ingenierías de proyecto tengan acceso a la información de los laboratorios de calidad que brindan servicios a las obras de la institución.
- 1.6 Fortalecer las ingenierías de proyecto mediante capacitación en gestión de contratos de forma que tengan conocimiento sobre los distintos sistemas de protección de cauces así como los permisos que se necesitan para la ejecución del proyecto.
- 1.7 Finalmente se recomienda iniciar la ejecución de los proyectos hasta que se cuente con todos los permisos y expropiaciones necesarias para su correcto desarrollo así como la debida reubicación de los servicios necesarios.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 27 de 29
-------------------------	---	-----------------



13. REFERENCIAS

Cervantes-Calvo, V., & Fonseca-Chaves, F. (2014). *LM-PI-AT-62-2014 Evaluación de la calidad de los materiales y procesos constructivos proyecto: Diseño y Construcción de 18 Puentes en la Ruta Nacional No. 1, Carretera Interamericana Norte, Sección: Cañas-Liberia*. San José.

CONAVI. (2007). *Reglamento para la Contratación Especial de Organismos*. San José.

Instituto Americano del Concreto. (1999). *ACI 304 Bombeo de Concreto*. Mexico DF: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Instituto Americano del Concreto. (2004). *ACI 305 Elaboración, colocación y protección del concreto en clima caluroso*. Florida: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

MOPT. (1977). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.

MOPT. (2010). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos, Carreteras y Puentes*. San José.

MOPT. (2001). *Tomo de Disposiciones para la Construcción y Conservación Vial*. San José.

SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Gestión*. Madrid.

Informe LM-PI-AT-011-16	Fecha de emisión: 12 de diciembre de 2016	Página 28 de 29
-------------------------	---	-----------------



EQUIPO AUDITOR

Preparado por:
Ing. Víctor Cervantes Calvo.
Auditor Técnico

Preparado por:
Ing. Francisco Fonseca Chaves.
Auditor Técnico

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