



# Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-23-2021

## INFORME DE ASESORÍA

### OPORTUNIDADES DE MEJORA EN PROYECTOS A CARGO DEL PIT: PAQUERA - PLAYA NARANJO, LIMONAL – CAÑAS Y BARRANCA - LIMONAL



San José, Costa Rica  
abril, 2021



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



ANIVERSARIO  
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas  
por la conectividad como  
derecho humano universal  
**2021**  
BICENTENARIO DE LA  
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



<b>1. Informe</b> LM-PIE-23-2021		<b>2. Copia No.</b> 1
<b>3. Título y subtítulo:</b> OPORTUNIDADES DE MEJORA EN PROYECTOS A CARGO DEL PIT: PAQUERA - PLAYA NARANJO, LIMONAL – CAÑAS, BARRANCA - LIMONAL.		<b>4. Fecha del Informe</b> abril, 2021
<b>5. Organización y dirección</b> 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		
<b>6. Notas complementarias</b> Ninguna		
<b>7. Resumen</b> El presente informe corresponde a una asesoría brindada al Programa de Infraestructura de Transporte del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (PIT-MOPT), órgano encargado de la planificación y ejecución de los proyectos: Paquera - Playa Naranjo, Limonal – Cañas y Barranca – Limonal, los cuales han sido fiscalizados por el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del LanammeUCR en materia de diseño y construcción de puentes. Este informe se genera ante la solicitud de la Ing. Wendy Sequeira de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR como complemento a la presentación realizada a la Unidad Asesora del PIT donde se expusieron las oportunidades de mejora que se han evidenciado en los proyectos a cargo del PIT, con el fin de poder implementarlas en futuros proyectos a cargo de dicha unidad.		
<b>8. Palabras clave</b> 2021, auditorías técnicas de puentes, informe de asesoría, LM-PIE-23-2021, PIE, UAT, puentes nuevos, mejoramiento, rehabilitación, ampliación, Ruta Nacional N° 01, Ruta Nacional N° 160 .	<b>9. Nivel de seguridad:</b> Ninguno	<b>10. Núm. de páginas</b> 18
<b>11. Preparado por:</b> Ing. Andrés González León Programa de Ingeniería Estructural	<b>12. Preparado por:</b> Ing. Daniel Johanning Cordero Programa de Ingeniería Estructural	<b>13. Revisado por:</b> Ing. María José Rodríguez Roblero, PhD. Programa de Ingeniería Estructural
<b>14. Aprobado por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural	<b>15. Aprobado por:</b> Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR	





UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco



ANIVERSARIO  
LanammeUCR



Año de las Universidades Públicas  
por la conectividad como  
derecho humano universal  
**2021**  
BICENTENARIO DE LA  
INDEPENDENCIA DE COSTA RICA



## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVO .....	7
3. ALCANCE .....	7
4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS.....	8
5. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON BUENAS PRÁCTICAS.....	12
6. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON PRACTICAS DEFICIENTES .....	12
7. RECOMENDACIONES PARA MEJORA.....	14
8. REFERENCIAS.....	16
ANEXO A. SOLICITUD DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR.....	17





UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco





## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a una asesoría brindada al Programa de Infraestructura de Transporte del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (PIT-MOPT), órgano encargado de la planificación y ejecución de los proyectos: Paquera - Playa Naranjo, Limonal – Cañas y Barranca – Limonal, los cuales han sido fiscalizados por el Programa de Ingeniería Estructural (PIE) del LanammeUCR en materia de diseño y construcción de puentes.

Este informe se genera ante la solicitud de la Ing. Wendy Sequeira de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR (según consta en el correo electrónico que se incluye en el Anexo A), como complemento a la presentación realizada a la Unidad Asesora del PIT el pasado 7 de abril, donde se expusieron las oportunidades de mejora que se han evidenciado en los proyectos a cargo del PIT, con el fin de poder implementarlas en futuros proyectos a cargo de dicha unidad.

## 2. OBJETIVO

Realizar un listado de recomendaciones para mejorar el diseño, planificación y ejecución de los proyectos a cargo del PIT-MOPT, con base en las observaciones señaladas en los informes de asesoría elaborados para los proyectos: Paquera - Playa Naranjo, Limonal – Cañas y Barranca – Limonal.

## 3. ALCANCE

Este informe se limita a presentar un listado de las observaciones realizadas durante el proceso de la revisión documental (memorias de cálculos, documentos contractuales y planos) e inspecciones durante la construcción de los puentes en los proyectos de: Paquera - Playa Naranjo, Limonal – Cañas y Barranca – Limonal. Estas observaciones han sido remitidas a la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR a través de varios informes, los cuales se detallan más adelante.



El informe también destaca aspectos encontrados durante la revisión documental e inspección de los procesos constructivos, consideradas por la Auditoría como buenas prácticas por parte de la Administración o el Contratista a cargo del diseño y construcción de cada proyecto.

Las recomendaciones brindadas en este informe para mejorar la ejecución de futuros proyectos por parte del PIT-MOPT, están basadas en la revisión de la información y visitas de inspección de los proyectos indicados al inicio de esta sección. Las recomendaciones corresponden al diseño o construcción de puentes nuevos y su replicabilidad en otros proyectos queda sujeto a las características de cada uno y al criterio de la Administración.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

Los tres proyectos descritos a continuación forman parte de las obras que ha priorizado el MOPT dentro del marco del financiamiento que obtuvo el gobierno de Costa Rica, por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). La planificación y ejecución de estos proyectos se encuentra a cargo del Programa de Infraestructura de Transporte (PIT-MOPT).

##### 4.1. Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Nacional N° 160, Sección Playa Naranjo-Paquera.

Este proyecto comprende 21,6 km de carretera a dos carriles desde el cruce del ferry de Playa Naranjo hacia el centro urbano de Paquera. Incluye la construcción de 3 puentes nuevos de 2 carriles cada uno sobre los pasos del Río Gigante, Río Grande y Río Guarial, los cuales cuentan con estructuras de puentes existentes que deben ser removidas. En la Figura 1 se muestran la ubicación de los puentes en la sección del proyecto.



Figura 1. Ubicación geográfica de los puentes del Proyecto Mejoramiento de Ruta Nacional N° 160, sección Playa Naranjo-Paquera.

Plazo de ejecución: 12 meses..... Monto: \$ 27 519 486

En este proyecto el PIE-LanammeUCR realizó una visita de inspección de los detalles y procesos constructivos en los 3 puentes de la ruta el pasado 17 de junio del 2020 y partir de la visita se realizó el informe:

- LM-PIE-28-2020: *Inspección de la construcción de puentes del Proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 160, Sección Playa Naranjo-Paquera.*

#### 4.2. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, Sección Limonal – Cañas.

Este proyecto comprende 21 km de carretera a dos carriles e inicia en la comunidad de Limonal (Guanacaste) y continúa por la Ruta Nacional N° 1 hasta Cañas (Guanacaste). Este proyecto abarca la construcción de 5 puentes nuevos de 4 carriles cada uno sobre los ríos Desjarretado, Lajas, Higuerón, San Miguel y Javillos. Además, incluye la construcción de 2 puentes nuevos de 3 carriles cada uno sobre el Río Salitral. Los 6 pasos cuentan con estructuras de puentes existentes que deben ser removidas, a excepción de la estructura existente en el paso sobre el Río Salitral que se conserva. En la Figura 2 se muestran la ubicación de los puentes en la sección del proyecto.



Figura 2. Ubicación geográfica de los puentes del Proyecto Ampliación y rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, sección: Limonal - Cañas.

Plazo de ejecución: 28 meses.....Monto: \$ 89 896 049

En este proyecto el PIE-LanammeUCR realizó una visita de inspección de los detalles y procesos constructivos en los 6 puentes de la ruta el pasado 18 de junio del 2020 y partir de la cual se realizó el informe:

- LM-PIE-30-2020: *Inspección de la construcción de puentes del Proyecto Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, sección: Limonal - Cañas.*

#### 4.3. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N° 1, Carretera Interamericana Norte, Sección Barranca – Limonal.

Este proyecto se desarrolla a largo de 50 km entre el cruce de Barranca (Puntarenas) y el cruce de Limonal (Guanacaste). Este proyecto contempla la construcción de 5 pasos a desnivel ubicados en las intersecciones llamadas: Cuatro Cruces, Monteverde, Judas de Chomes, Guacimal-Pozo Azul y La Irma. También contempla la construcción de 11 puentes nuevos (paralelos a los existentes) sobre los ríos San Miguel, Naranjo, Ciruelas, Seco, Aranjuez, Sardinal, Guacimal, Lagarto, Cañamazo, Congo y Abangares,



así como la sustitución de 9 de los puentes existentes sobre estos ríos. En la Figura 3 se muestran la ubicación de la sección del proyecto correspondiente.



Figura 3. Ubicación del Proyecto Ampliación y rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, sección: Limonal - Cañas (La Nación, 2021).

Plazo de diseño: 12 meses.....Monto: \$ 2 390 042

Plazo de ejecución: 30 meses.....Monto: \$ 175 964 510

En este proyecto el PIE-LanammeUCR realizó una revisión de los diseños estructurales (memorias de cálculo y planos), así como de documentos contractuales para la etapa de diseño, a partir de la cual se elaboraron los siguientes informes:

- LM-PIE-08-2021: *Revisión de la memoria de cálculo del puente sobre el Río Ciruelas, Proyecto “Rehabilitación y mejoramiento de la Ruta Nacional N°1”, tramo Barranca-Limonal.*
- LM-PIE-10-2021: *Revisión de los planos de la Construcción y Ampliación del puente sobre Río Ciruelas, carretera Interamericana Norte, sección: Barranca – Limonal, Ruta Nacional N° 1.*





## 5. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON BUENAS PRÁCTICAS.

A partir de las inspecciones de la construcción y de las revisiones documentales realizadas por el PIE-LanammeUCR (detalladas en los informes mencionados), se destacan los siguientes puntos, los cuales representan buenas prácticas en el diseño y ejecución de un proyecto por parte de la Administración y del Contratista que fueron observados en los proyectos:

- Verificación de la calidad durante el proceso constructivo entre el sistema de control del Contratista y el de la Supervisión del proyecto.
- Seguimiento de la Supervisión en el subsane de deficiencias constructivas detectadas por parte del ente auditor.
- Referencia en planos a normativa y lineamientos actualizados para la ejecución de los procesos constructivos de puentes por parte de la Administración.
- Existencia de una serie de lineamientos en el contrato por parte de la Administración, para una elaboración estandarizada de los planos constructivos que debe entregar el Contratista de la etapa de diseño.
- Existencia de una serie de lineamientos en el contrato por parte de la Administración para la elaboración de las memorias de cálculo estructurales por parte del Contratista de la etapa de diseño, con lo cual se establece un nivel de contenido y calidad mínimos de los entregables.

## 6. OBSERVACIONES RELACIONADAS CON PRACTICAS DEFICIENTES

A partir de las inspecciones en el proceso constructivo, revisiones de memorias de cálculo, planos y documentos contractuales realizadas por el PIE-LanammeUCR se destacan los siguientes puntos encontrados que se consideran prácticas deficientes en el diseño y ejecución de los proyectos por parte de la Administración y del Contratista:



### 6.1. Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Nacional N° 160, Sección Playa Naranjo-Paquera.

- Diferencias en los elementos como son construidos respecto con los detalles estructurales indicados en los planos suministrados.
- Mal manejo de la escorrentía superficial en los accesos a los puentes.
- Las obras de protección contra la erosión en algunos casos son insuficientes para la protección de las subestructuras del puente.
- Inicio de oxidación en los elementos de acero ya instalados en el puente lo que demuestra un sistema de protección deficiente.
- Falta de especificación en planos del sistema de impermeabilización o drenaje para las subestructuras en contacto con el relleno. En algunos casos el detalle utilizado en sitio no se indica en planos constructivos.
- Falta de información respecto a la construcción de obras de protección contra la erosión en el detalle mostrado en los planos.

### 6.2. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, Sección Limonal – Cañas

- Ejecución de juntas constructivas en elementos estructurales principales (bastiones) cuyo detalle constructivo no se muestra en planos.
- Uso de un sistema de curado de elementos de concreto colado en sitio al cual no se le da seguimiento y por lo tanto no resulta apropiado para las condiciones ambientales de la zona.
- Falta especificar en planos información sobre el sistema de curado de elementos de concreto colado en sitio.

### 6.3. Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N° 1, Carretera Interamericana Norte, Sección Barranca – Limonal.

- Los lineamientos que se indican en documentos contractuales no son suficientes para definir el contenido estándar de los planos de diseño.



- Existen diferencias en la información mostrada en planos entre los distintos puentes, a pesar de que los mismos fueron elaborados por el mismo Contratista de la etapa de diseño.
- Dentro del contrato para servicios de consultoría, no se solicitó al Contratista de la etapa de diseño la entrega de un plan de control y aseguramiento de la calidad del diseño estructural de los puentes del proyecto.
- En algunos casos se detectaron incumplimientos en la memoria de cálculo estructural, con respecto a los lineamientos establecidos en el contrato y a la normativa de diseño estructural aplicable. Estos incumplimientos se detallan en el informe LM-PIE-08-2021: *Revisión de la memoria de cálculo del puente sobre el Río Ciruelas, Proyecto "Rehabilitación y mejoramiento de la Ruta Nacional N°1", tramo Barranca-Limonal.*

## 7. RECOMENDACIONES PARA MEJORA

A continuación, se brindan una serie de puntos que se considera pueden mejorar el diseño y ejecución de obra de puentes nuevos en futuros proyectos, tanto por parte de la Administración como del Contratista a cargo.

### 7.1. Etapa de diseño

- Especificar en los documentos contractuales un formato y contenido estándar de los planos de diseño según estándares internacionales.
- Incluir especificaciones mínimas basados en normativa local e internacional en los planos para cada uno de los elementos y etapas constructivas del puente.
- Definir procedimientos generales y estandarizados para el control y aseguramiento de la calidad del diseño estructural de estructuras de puentes, de acuerdo con estándares internacionales (FHWA, AASHTO, Departamentos de Transporte de Estados Unidos), que puedan ser aplicados a futuros proyectos. En el siguiente enlace se puede acceder al documento de referencia [Guidance on Quality Control and Quality Assurance \(QC/QA\) in Bridge Design \(FHWA & AASHTO, 2011\).](#)



- En futuros proyectos solicitar al Contratista de la etapa de diseño, por medio de los documentos contractuales, que previo al inicio de sus trabajos facilite un plan de control y aseguramiento de la calidad de los diseños estructurales, el cual deberá ser aprobado por la Administración.

## 7.2. Etapa constructiva

- Considerar la implementación de un sistema centralizado de información que mantenga actualizada la documentación del proyecto para todos los involucrados (metodología BIM).
- Solicitar al Contratista, a través de documentos contractuales, la elaboración y entrega de planos *as-built* de los puentes.
- Definir procedimientos generales y estandarizados para el control y aseguramiento de la calidad de los principales procesos constructivos según estándares locales e internacionales.
- Implementar ensayos para la verificación de la calidad en elementos de acero estructural del puente y del sistema de protección utilizado.
- Mejorar los sistemas de control para verificar que lo que se ejecuta en campo coincide con lo especificado en planos y especificaciones.
- En el caso de proyectos en zonas con posibilidad de altos gradientes térmicos, indicar en planos un sistema de curado para elementos de concreto, que sea adecuado para las condiciones del sitio y disminuya los efectos asociados a cambios volumétricos por aumento/pérdida de humedad.
- Implementar durante el proceso constructivo medidas de control temporal contra la erosión que pueda ocasionar la escorrentía superficial en los accesos o alrededores de los puentes en construcción.
- Poner mayor atención a la ejecución de las obras de protección contra la erosión, según lo que se indica en planos y especificaciones.



## 8. REFERENCIAS

González-León, A., Castillo-Barahona, R. (2020). *Inspección de la construcción de puentes del Proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional N° 160, Sección Playa Naranjo-Paquera. LM-PIE-28-2020*. Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR: San José, Costa Rica.

González-León, A., Castillo-Barahona, R. (2020). *Inspección de la construcción de puentes del Proyecto Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional N°1, Carretera Interamericana Norte, sección: Limonal - Cañas. LM-PIE-30-2020*. Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR: San José, Costa Rica.

Johanning-Cordero, D., Castillo-Barahona, R. (2021). *Revisión de la memoria de cálculo del puente sobre el Río Ciruelas, Proyecto "Rehabilitación y Mejoramiento de la Ruta Nacional N°1", tramo Barranca-Limonal. LM-PIE-08-2021*. Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR: San José, Costa Rica.

González-León, A., Castillo-Barahona, R. (2021). *Revisión de los planos de la Construcción y Ampliación del puente sobre Río Ciruelas, carretera Interamericana Norte, sección: Barranca – Limonal, Ruta Nacional N° 1. LM-PIE-10-2021*. Programa de Ingeniería Estructural, LanammeUCR: San José, Costa Rica.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

## ANEXO A.

### SOLICITUD DE LA UNIDAD DE AUDITORÍA TÉCNICA DEL LANAMMEUCR





**From:** Wendy Sequeira Rojas <[wendy.sequeira@ucr.ac.cr](mailto:wendy.sequeira@ucr.ac.cr)>  
**Sent:** Friday, March 5, 2021 3:28 PM  
**To:** Ana Monge Sandi <[ANA.MONGESANDI@ucr.ac.cr](mailto:ANA.MONGESANDI@ucr.ac.cr)>; 'Rolando Castillo Barahona' <[ROLANDO.CASTILLO@ucr.ac.cr](mailto:ROLANDO.CASTILLO@ucr.ac.cr)>; 'Javier Zamora' <[JAVIER.ZAMORAROJAS@ucr.ac.cr](mailto:JAVIER.ZAMORAROJAS@ucr.ac.cr)>; 'Ana Luisa Elizondo' <[ana.elizondosalas@ucr.ac.cr](mailto:ana.elizondosalas@ucr.ac.cr)>  
**Cc:** Alejandro Navas <[ALEJANDRO.NAVAS@ucr.ac.cr](mailto:ALEJANDRO.NAVAS@ucr.ac.cr)>; Mauricio Picado Muñoz <[mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr](mailto:mauricio.picadomunoz@ucr.ac.cr)>; Francisco Fonseca <[FRANCISCO.FONSECA@ucr.ac.cr](mailto:FRANCISCO.FONSECA@ucr.ac.cr)>  
**Subject:** Oportunidades de mejora en futuros contratos del PIT-MOPT

Buenas tardes, quería comentarles que el Ing. Mario Campos (Subdirector Unidad Asesora, PIT – MOPT) me solicitó que si podemos hacer una presentación para que le expongamos de forma general las oportunidades de mejora que hemos evidenciado en los proyectos a cargo del PIT (Paquera – Playa Naranjo, Limonal – Cañas, Barranca-Limonal). Esto con el objetivo de incluir las recomendaciones que se puedan en los nuevos proyectos que se van a ejecutar con el otro préstamo del BID y que igualmente estarán a cargo del PIT. Principalmente está interesado en ver que se puede incluir dentro del proyecto de Sifón La Abundancia, el cual tiene a cargo.

Veo que es una muy buena oportunidad para generar mayor incidencia del trabajo que hacemos. Por lo que quería pedirles su criterio con respecto a los informes que han generado en estos procesos de auditoría (o en otros proyectos), para que nos indiquen cuáles observaciones consideran más relevantes o que se deberían priorizar en beneficio de la ejecución de futuros proyectos. También sería muy valioso que pudiéramos contar con su presencia en esta reunión, aunque todavía no hemos fijado una fecha.

Saludos cordiales,

--



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

**Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.**

Coordinadora  
Unidad de Auditoría Técnica

+506 2511-2526 | +506 2511-2500

[wendy.sequeira@ucr.ac.cr](mailto:wendy.sequeira@ucr.ac.cr)