



## Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-28-2020

### INFORME DE INSPECCIÓN

# INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE RUTA NACIONAL N° 160, SECCIÓN PLAYA NARANJO- PAQUERA



San José, Costa Rica

8 de julio de 2020



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-28-2020	Fecha de emisión: 8 de julio de 2020	Página 2 de 24
------------------------	--------------------------------------	----------------

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr



<b>1. Informe No.:</b> LM-PIE-28-2020		
<b>2. Título:</b> INSPECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES DEL PROYECTO MEJORAMIENTO DE RUTA NACIONAL Nº 160, SECCIÓN PLAYA NARANJO-PAQUERA		<b>3. Fecha del Informe</b> 8 de julio de 2020
<b>4. 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>5. Resumen</b> Este informe de inspección de los tres puentes del Proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional Nº 160, Sección Playa Naranjo-Paquera, es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR. El informe presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 17 de junio de 2020, y posteriormente se ofrecen las conclusiones y recomendaciones correspondientes.		
<b>6. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional 160, Río Gigante, Río Grande, Río Guaral.		
<b>7. Inspección e informe por:</b> Ing. Andrés González León Programa de Ingeniería Estructural  <b>Fecha:</b> 8 de julio de 2020	<b>8. Inspección y revisión del informe por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural  <b>Fecha:</b> 8 de julio de 2020	



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 8 de julio de 2020	Página 4 de 24
------------------------	--------------------------------------	----------------

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr



## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. OBJETIVOS.....	8
3. ALCANCE.....	8
4. PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE – ESTACIONAMIENTO 9+883.7 .....	9
5. PUENTE SOBRE EL RÍO GRANDE – ESTACIONAMIENTO 15+081.6.....	13
6. PUENTE SOBRE EL RÍO GUARIAL – ESTACIONAMIENTO 19+480.0 .....	19
7. RECOMENDACIONES .....	23



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LABORATORIO NACIONAL  
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Página intencionalmente dejada en blanco

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 8 de julio de 2020	Página 6 de 24
------------------------	--------------------------------------	----------------

Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica | Tel: (506) 2511-2500 Fax: (506) 2511-4440  
direccion.lanamme@ucr.ac.cr | www.lanamme.ucr.ac.cr

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de inspección de los tres puentes del Proyecto Mejoramiento de Ruta Nacional N° 160, sección Playa Naranjo-Paquera, es un producto de la asesoría técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR. El informe presenta un resumen de las observaciones realizadas durante la inspección estructural del 17 de junio de 2020, y posteriormente se ofrecen las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

El proyecto en su sección, sobre la ruta nacional N° 160, va del cruce del ferry de Playa Naranjo hacia el centro urbano de Paquera; comprende 21,6 km de carretera a dos carriles, con una estructura de pavimento que está diseñada para que tenga una base estabilizada con cemento y una superficie de ruedo con pavimento asfáltico. El proyecto incluye la construcción de tres puentes nuevos sobre los pasos del Río Gigante, Río Grande y Río Guaral, los cuales cuentan con estructuras de paso existentes que deberán ser removidas. Durante la visita realizada se inspeccionaron los tres puentes en construcción del proyecto. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de las estructuras visitadas en la ruta.

La inspección de los puentes se realizó con la presencia del Ing. Francisco Fonseca de la Unidad de Auditoría Técnica.



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

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 8 de julio de 2020	Página 7 de 24
------------------------	--------------------------------------	----------------



## 2. OBJETIVOS

- a) Brindar una descripción general de los tres puentes inspeccionados en el proyecto.
- b) Observar el estado de avance de los trabajos de construcción en las estructuras de los puentes, en el momento de la visita.
- c) Inspeccionar detalles y procesos constructivos en los puentes de la ruta y realizar las observaciones correspondientes.
- d) Proveer conclusiones y recomendaciones respecto a la inspección estructural realizada.

## 3. ALCANCE

Este informe se limita a presentar un resumen de observaciones encontradas en el sitio, el día de la inspección, referentes a la construcción de las estructuras de los puentes del Proyecto Mejoramiento de la Ruta Nacional No. 160, Sección Playa Naranja - Paquera. Se inspeccionaron la totalidad de los tres puentes del proyecto; específicamente las estructuras sobre: Río Gigante, Río Grande y Río Guarial.

Para la visita se proporcionaron los planos constructivos de las tres estructuras, así como el oficio LM-IC-D-0430-2020, emitido por la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR, respecto a observaciones realizadas en la visita del 19 de mayo 2020; y el oficio MSD-LGC-2020-0262 de respuesta por parte de la supervisión del proyecto a las solicitudes de aclaración expuestas en el oficio LM-IC-D-0430-2020.

Durante la inspección se realizó un reconocimiento de la ejecución de elementos estructurales y no estructurales de los puentes de toda la sección del proyecto que se encuentran en construcción.



#### 4. PUENTE SOBRE EL RÍO GIGANTE – ESTACIONAMIENTO 9+883.7

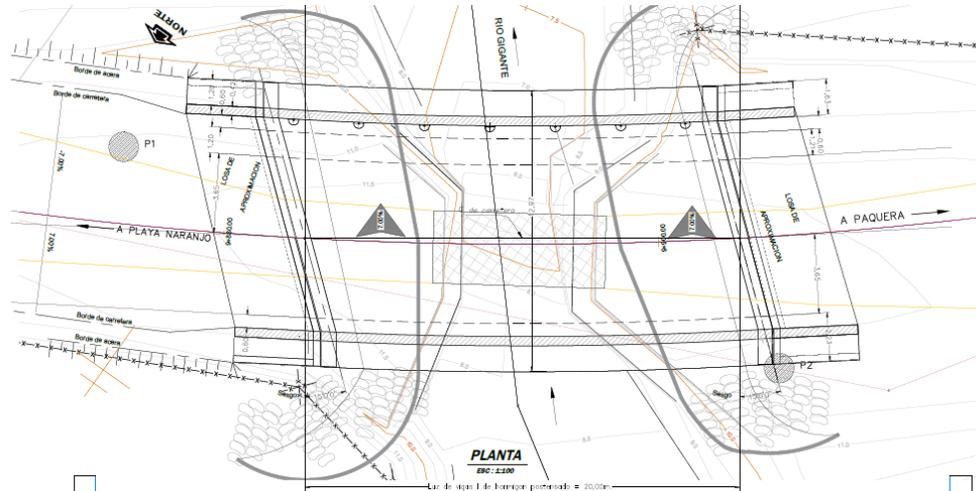
##### 4.1. Descripción

El puente sobre el Río Gigante se ubica en el distrito de Paquera, cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de la estructura en un mapa de la zona.

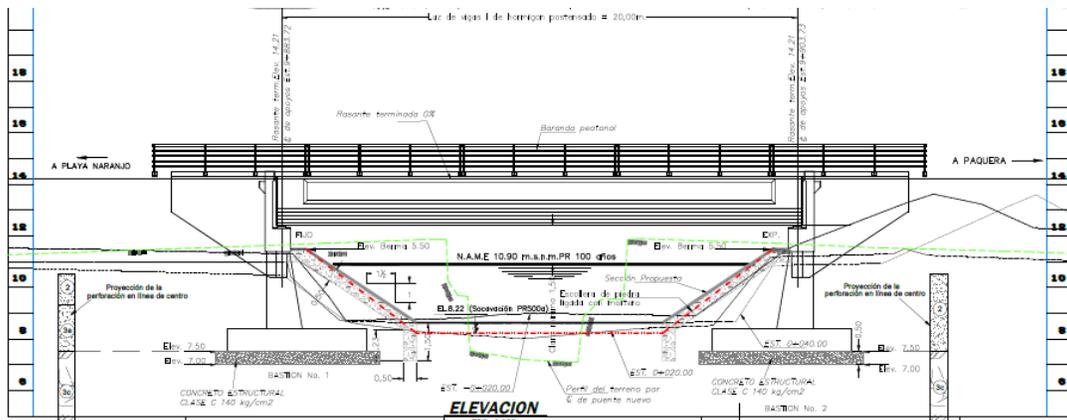
La Tabla 1 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos proporcionados por la Unidad de Auditoría Técnica, del LanammeUCR. Seguidamente, la Figura 2 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos suministrados.

**Tabla 1.** Características generales del puente sobre el Río Gigante.

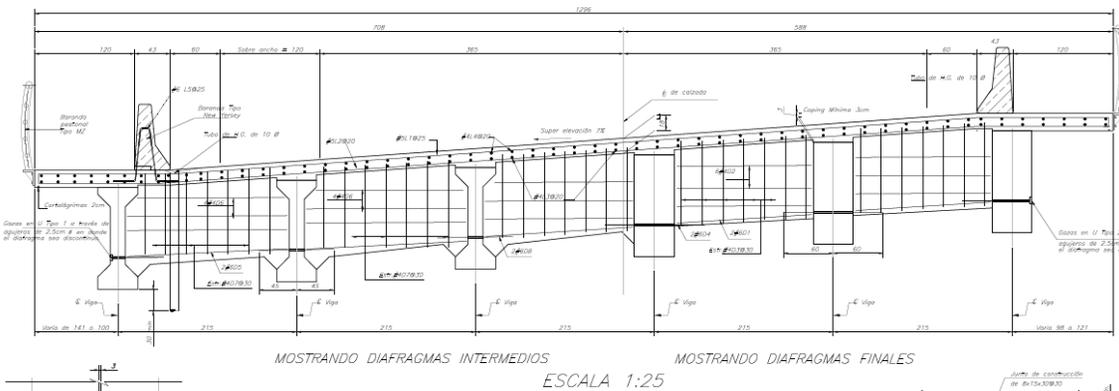
<b>Ubicación</b>	Longitud, Latitud	-84.942, 9.898
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	20,00
	Ancho total (m)	12,96
	Ancho de calzada (m)	9,70
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Sesgado
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Viga simple prefabricada de concreto preesforzado tipo I
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	2
	Tipo de bastiones	Bastión 1 y 2: Se compone de un muro tipo voladizo
	Tipo de pilas	No posee
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Corresponde a una placa aislada
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyo fijo de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero Bastión 2: Apoyo expansivo de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero
	Tipo de apoyo en pilas	No posee
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Fifth edition, 2010
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 2. Planos constructivos del puente sobre el Río Gigante



#### 4.2. Avance observado en la construcción del puente

Al momento de realizar la inspección, la estructura del puente se encuentra prácticamente terminada; en cuanto a la subestructura se encuentra completa, con sus elementos de protección socavación de los bastiones; y en cuanto a la superestructura, a falta únicamente de la colocación de la baranda peatonal. La Figura 3 muestra el avance general en la construcción del puente al momento de la visita.



Figura 3. Avance en la construcción del puente sobre el Río Gigante.

#### 4.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios, de acuerdo al tipo de elemento que corresponda:

##### Superestructura

- Se observó la unión, en el extremo de las vigas de concreto prefabricadas, de la placa de acero de la parte inferior de la viga, con la placa de acero superior del apoyo que sirve para fijación de los pernos de anclaje con la subestructura (ver Figura 4). Este tipo unión no coincide con el detalle mostrado en los planos constructivos.

- Se observó un tipo de recubrimiento primario en los elementos de acero estructural en los apoyos de la estructura (ver Figura 4).
- A pesar de contar ya con un tipo de recubrimiento primario, las placas de acero embebidas en la losa, para el anclaje de los postes de la baranda metálica peatonal ya presentan indicios de oxidación. (ver Figura 5).
- Se dio continuidad al estado de la grieta, entre el aletón y la acera del acceso, e indicada en el oficio LM-IC-D-0430-2020 de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR en la inspección realizada el 19 de mayo 2020; y la cual aún no ha sido subsanada.

### Subestructura

- Se observó problemas de erosión y deslizamiento del suelo del talud a ambos lados de los bastiones contiguo a la zona de los aletones, tanto aguas arriba como aguas abajo en ambos bastiones; y la socavación del sistema de protección tipo escollera, aguas abajo frente al bastión 1 (hacia Playa Naranjo) del puente. (ver Figura 6). En planos no se indica la extensión de área que debe abarcar el sistema de protección tipo escolleras.



**Figura 4.** Observaciones realizadas en la superestructura del puente sobre Río Grande. Unión de la placa del apoyo con la placa de acero embebida en la viga y elementos de acero con recubrimiento primario.



**Figura 5.** Observaciones realizadas en la superestructura del puente sobre el Río Grande. Evidencia de oxidación en placas de acero para el anclaje de la baranda peatonal con recubrimiento primario.



**Figura 6.** Observaciones realizadas en la subestructura del puente sobre Río Gigante. **(a)** Erosión del suelo del talud aguas abajo del bastión 1 (hacia Playa Naranjo) y socavación de la escollera. **(b)** Socavación del aletón aguas arriba del bastión 2 (hacia Paquera)

## 5. PUENTE SOBRE EL RÍO GRANDE – ESTACIONAMIENTO 15+081.6

### 5.1. Descripción

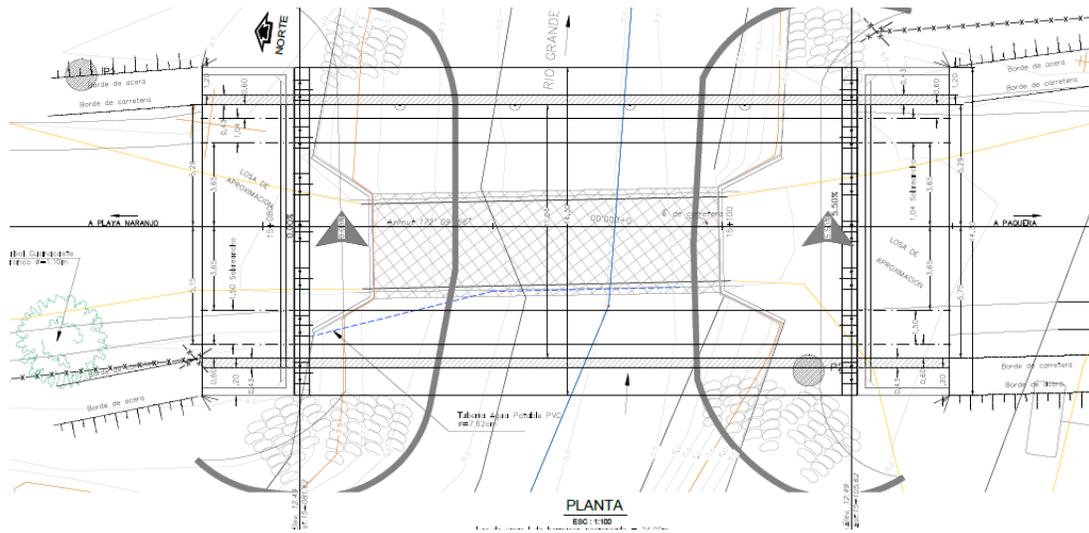
El puente sobre el Río Grande se ubica en el distrito de Paquera, cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de la estructura en un mapa de la zona.



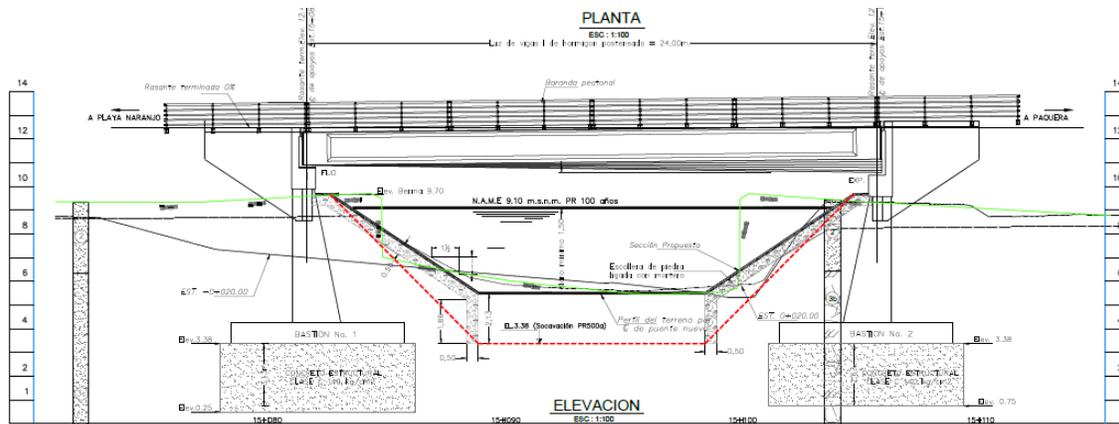
La Tabla 2 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 7 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 2.** Características generales del puente sobre el Río Grande.

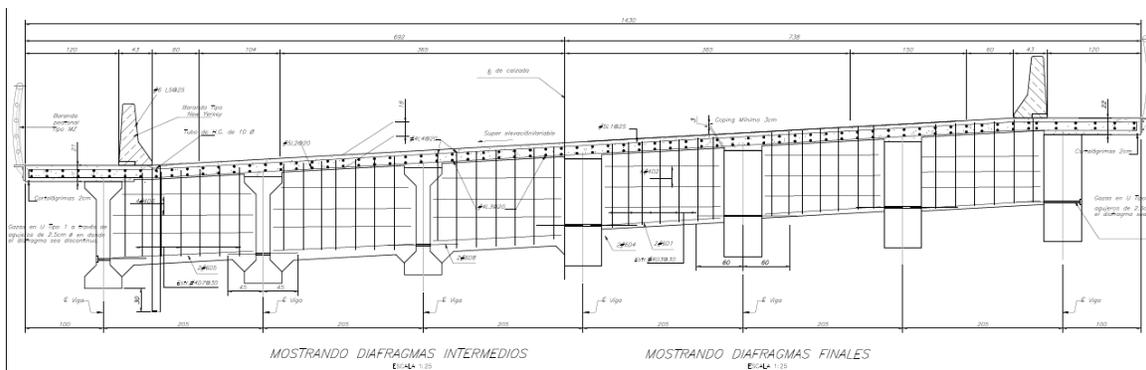
<b>Ubicación</b>	Longitud, Latitud	-84.934, 9.857
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	24,00
	Ancho total (m)	14,30
	Ancho de calzada (m)	11,04
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Viga simple prefabricada de concreto preesforzado tipo I
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	2
	Tipo de bastiones	Bastión 1 y 2: Se compone de un muro tipo voladizo
	Tipo de pilas	No posee
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Corresponde a una placa aislada
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyo fijo de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero Bastión 2: Apoyo de expansión de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero
	Tipo de apoyo en pilas	No posee
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Fifth edition, 2010
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 7. Planos constructivos del puente sobre el Río Grande

## 5.2. Avance observado en la construcción del puente

La Figura 8 muestra el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, ya se había completado la construcción de ambos bastiones, se habían colocado los elementos principales de la superestructura y se había concluido el vaciado de concreto de la losa del tablero. Se estaba trabajando en el encofrado de la barrera vehicular y en los rellenos de aproximación, quedando pendiente las aceras y losas de los accesos del puente y el vaciado del concreto de la barrera vehicular en el lado aguas arriba del puente, así como la colocación de la barrera peatonal a ambos lados de la losa.



**Figura 8.** Avance en la construcción del puente sobre el Río Grande. **(a)** Rellenos de aproximación del bastión 2 (hacia Paquera). **(b)** Losa del tablero concluida y encofrado de barrera vehicular en el lado aguas abajo del puente.

## 5.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios, de acuerdo al tipo de elemento que corresponda:

### Superestructura

- Se observó la unión, en el extremo de las vigas de concreto prefabricadas, de la placa de acero de la parte inferior de la viga, con la placa de acero superior del apoyo que sirve para fijación de los pernos de anclaje con la subestructura (ver Figura 9). Este tipo unión no coincide con el detalle mostrado en los planos constructivos. Además, se observaron los elementos de acero del apoyo con indicios de oxidación.



**Figura 9.** Observaciones realizadas en la subestructura del puente sobre Río Grande. Unión de la placa del apoyo con la placa de acero embebida en la viga y evidencia de oxidación en los pernos de anclaje y placas de unión.

### Subestructura

- Se observaron diferencias de geometría y detalles estructurales en los bastiones, entre lo construido y lo indicado en planos constructivos. Estas diferencias son:
  - La inclusión de un muro lateral en ambos extremos de la viga cabezal en ambos bastiones (ver Figura 10).
  - Variaciones en las alturas de los pedestales y de viga cabezal del bastión 2 (hacia Paquera).
  - Al momento de la inspección, las llaves sísmicas indicadas en planos constructivos, aún no habían sido construidas y no existe evidencia de que se vayan a construir, en ambos bastiones.

- Se pudo observar acero de refuerzo sobresaliendo de los aletones en ambos bastiones, sin embargo, no es consistente el detalle constructivo implementado en todos los elementos, ya que se observó acero con poco recubrimiento, con poca longitud expuesta, o incluso inexistente para continuidad del acero con algún otro elemento de los accesos del puente. El detalle implementado por el contratista no se indica en planos constructivos. (ver Figura 11).
- A pesar de que no se indica en planos se observó la colocación de una membrana impermeabilizante detrás de los bastiones.



**Figura 10.** Observaciones realizadas en el puente sobre el Río Grande. **(a)** Muro lateral agregado en el extremo de la viga cabezal de ambos bastiones. **(b)** Vista en elevación del bastión 2 (hacia Paquera), no coincide con la geometría de planos.



**Figura 11.** Observaciones realizadas en el puente sobre el Río Grande. Acero de refuerzo expuesto parcialmente o con poco recubrimiento en los aletones de ambos bastiones



## 6. PUENTE SOBRE EL RÍO GUARIAL – ESTACIONAMIENTO 19+480.0

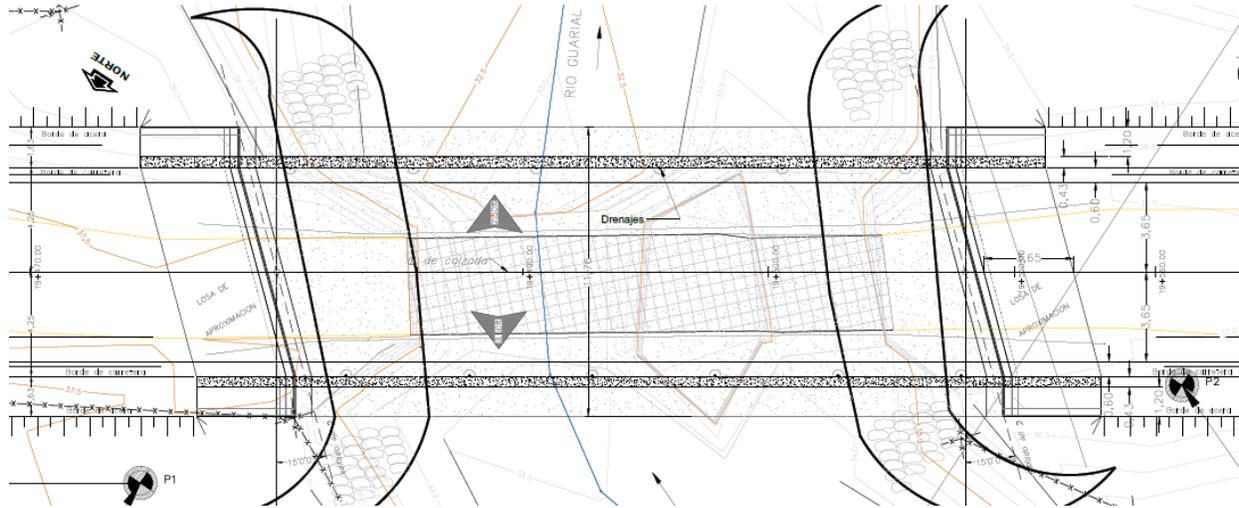
### 6.1. Descripción

El puente sobre el Río Guarial se ubica en el distrito de Paquera, cantón de Puntarenas, provincia de Puntarenas. La Figura 1 muestra la ubicación geográfica de la estructura en un mapa de la zona.

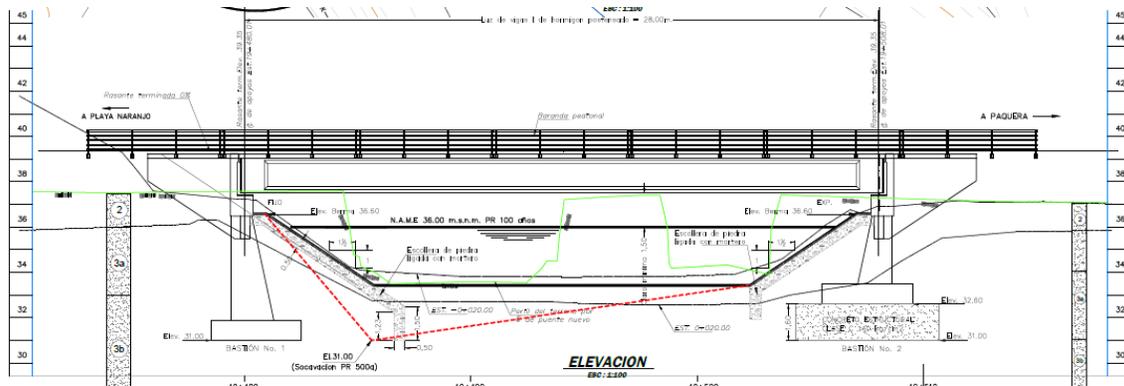
La Tabla 3 resume las características básicas del puente obtenidas a partir de los planos. Seguidamente, la Figura 12 muestra una vista en planta, una elevación y un corte transversal del puente según aparece en los planos constructivos.

**Tabla 3.** Características generales del puente sobre el Río Guarial.

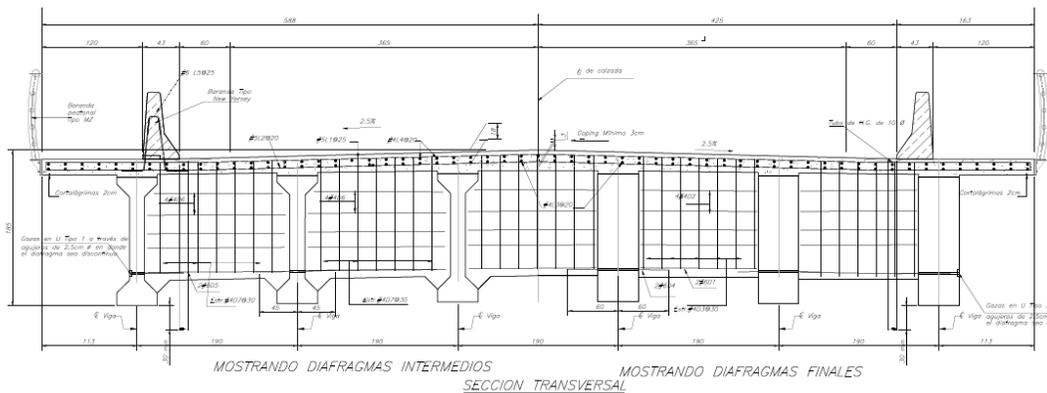
<b>Ubicación</b>	Longitud, Latitud	-84.956, 9.829
<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	28,00
	Ancho total (m)	11,76
	Ancho de calzada (m)	8,50
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Sesgado
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	Viga simple prefabricada de concreto preesforzado tipo I
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	2
	Tipo de bastiones	Bastión 1 y 2: Se compone de un muro tipo voladizo
	Tipo de pilas	No posee
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Corresponde a una placa aislada
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyo fijo de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero Bastión 2: Apoyo expansivo de almohadilla de neopreno reforzado con láminas de acero
	Tipo de apoyo en pilas	No posee
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Fifth edition, 2010
	Carga viva de diseño	HL-93



(a) Vista en planta



(b) Vista en elevación



(c) Sección transversal

Figura 12. Planos constructivos del puente sobre el Río Guarial.

## 6.2. Avance observado en la construcción del puente

La Figura 13 muestra el avance general en la construcción del puente al momento de la visita. Como se puede observar, la construcción de la subestructura ya estaba concluida, y en la cual se acababa de vaciar el concreto del parapeto de la viga cabezal en el momento de la inspección; las vigas y tablero de la superestructura también ya había sido finalizadas, a falta únicamente de la barrera vehicular y peatonal en ambos lados de la losa. Asimismo, se observó un avance en los rellenos de aproximación, faltando llegar al nivel para la construcción de las losas de aproximación y aceras en los accesos.



**Figura 13.** Avance en la construcción del puente sobre el Río Guarial. Subestructura completada y losa del tablero concluida.

## 6.3. Observaciones

A partir de la inspección realizada se hacen los siguientes comentarios, de acuerdo al tipo de elemento que corresponda:

### Superestructura

- Se observó la unión, en el extremo de las vigas de concreto prefabricadas, de la placa de acero de la parte inferior de la viga, con la placa de acero superior del apoyo que sirve para fijación de los pernos de anclaje con la subestructura (ver Figura 14a). Este tipo unión no coincide con el detalle mostrado en los planos constructivos. Además, se observaron los elementos de acero del apoyo con indicios de oxidación.

- Se observaron puntos resanados con concreto a lo largo de la losa del tablero (ver Figura 14b).



**Figura 14.** Observaciones realizadas en la subestructura del puente sobre Río Guarial. **(a)** Desprendimiento del concreto en la unión con la placa del apoyo y evidencia de oxidación en los pernos de anclaje. **(b)** Resane en la superficie de la losa de concreto del tablero

### Subestructura

- No se observó evidencia de algún tipo de membrana impermeabilizante detrás de los bastiones del puente, en los rellenos de aproximación. Los planos no indican la necesidad de colocar una membrana impermeabilizante en la espalda del muro del bastión (ver Figura 15).



**Figura 15.** Observaciones realizadas en la subestructura del puente sobre Río Guarial. Espalda del muro del bastión 1 (hacia Playa Naranja)



## 7. Recomendaciones

En términos generales para las tres estructuras inspeccionadas, se encontraron algunas observaciones que son consistentes en las tres, y por lo se realizan las siguientes recomendaciones generales:

- Consultar al Contratista sobre el tipo de anclaje embebido en las vigas prefabricadas y soldado a la placa de superestructura de los apoyos, ya que lo observado es distinto a lo indicado en planos.
- Consultar por el proceso de preparación de la superficie y el sistema de protección (pintura) que se está aplicando a los elementos de acero de la estructura.
- Consultar si los bastiones cuentan con un sistema de impermeabilización y/o drenaje. En caso de tenerlo, solicitar información al respecto ya que esto no se especifica en los planos del proyecto. En caso de no tenerlo, se recomienda solicitar una justificación de por qué no se utiliza.
- Consultar a la supervisión si el contratista entregará los planos *as build* de las estructuras del proyecto

Además, se cuenta con recomendaciones específicas para cada puente con base en las observaciones realizadas, y se detallan a continuación:

### Puente sobre el Río Gigante

- Verificar que se realice el subsane de la grieta, indicada como reflejo de una junta de construcción entre el aletón y la losa de aproximación por parte del contratista en el oficio MSD-LGC-2020-0262 entregado por la supervisión del proyecto, en respuesta a la observación realizada en el oficio LM-IC-D-0430-2020 de la Unidad de Auditoría Técnica del LanammeUCR.
- Consultar al diseñador sobre la extensión de las obras de protección de los taludes, tipo escolleras, ya que en planos no se especifica el alcance de estas obras. Todo indica que el sistema de protección de los taludes se debió extender, tanto aguas arriba como aguas abajo y que no existe un manejo de la escorrentía superficial de los accesos del puente.

Informe LM-PIE-01-2020	Fecha de emisión: 8 de julio de 2020	Página 23 de 24
------------------------	--------------------------------------	-----------------



Consultar al contratista cual es la solución que va a implementar para solventar el problema observado.

#### Puente sobre el Río Grande

- Consultar sobre los cambios en la geometría y detalles estructurales en la viga cabezal de los bastiones del puente, según lo construido con respecto a planos. Solicitar la última versión de los planos constructivos.
- Consultar el porqué del acero de refuerzo con poco recubrimiento o expuesto parcialmente en los aletones, ya que no se detalla en planos la continuidad del acero de refuerzo de los aletones con algún otro elemento en los accesos del puente.

#### Puente sobre el Río Guarial

- Consultar el porqué de los resanes observados en el acabado de la losa del tablero, y el procedimiento y producto utilizado de la reparación, ya que dichos resanes podrían representar puntos de inicio de agrietamiento o delaminación, afectando la durabilidad de la obra.