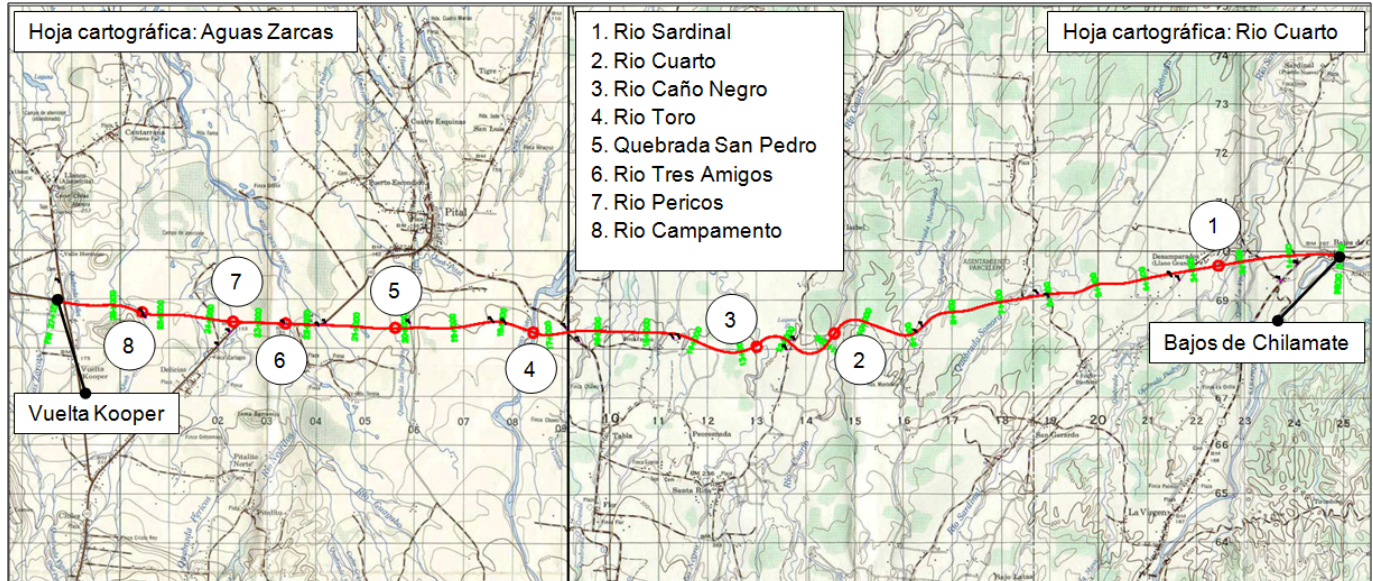


## Programa de Ingeniería Estructural

LM-PIE-01-2015

# INSPECCIÓN DE LOS PUENTES DEL PROYECTO BAJOS DE CHILAMATE - VUELTA KOOPER - RUTA NACIONAL NO.4 -



18 de febrero 2015  
San José, Costa Rica



Página intencionalmente dejada en blanco

<b>1. Informe No.:</b> LM-PIE-01-2015		
<b>2. Título:</b> INSPECCIÓN DE LOS PUENTES DEL PROYECTO BAJOS DE CHILAMATE-VUELTA KOOPER - RUTA NACIONAL No. 04		<b>3. Fecha del Informe</b> 18 de febrero 2015
<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 puentes del Proyecto Bajos de Chilamate - Vuelta Kooper, Ruta Nacional No.04 es un producto de la cooperación técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica. El informe presenta un resumen de observaciones realizada durante la visita y ofrece conclusiones y recomendaciones derivadas de la inspección realizada a los puentes el 10 de diciembre 2014.		
<b>6. Palabras clave</b> Puentes, Ruta Nacional 04, Bajos de Chilamate, Vuelta Kooper, Auditoría Técnica		
<b>7. Inspección e informe por:</b> Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD Programa de Ingeniería Estructural  <i>Rolando Castillo B.</i> <hr/> <b>Fecha:</b> 18/02/2015		



Página intencionalmente dejada en blanco

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	7
3. ALCANCE.....	8
4. DESCRIPCIÓN .....	8
5. OBSERVACIONES .....	39
6. CONCLUSIONES.....	57
7. RECOMENDACIONES .....	58



Página intencionalmente dejada en blanco

Informe No. LM-PIE-01-2015	Fecha de emisión: 18 de febrero 2015	Página 6 de 58
----------------------------	--------------------------------------	----------------

## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe de inspección de los puentes del Proyecto Bajos de Chilamate - Vuelta Kooper, Ruta Nacional No.04 es un producto de la cooperación técnica que brinda el Programa de Ingeniería Estructural a la Unidad de Auditoría Técnica. El informe presenta un resumen de observaciones realizada durante la visita y ofrece conclusiones y recomendaciones derivadas de la inspección realizada a los puentes el 10 de diciembre 2014.

El proyecto consiste en la construcción de un tramo de carretera de 27.09 kilómetros de la Ruta Nacional N° 4, en una sección que está localizada entre las Provincias: de Alajuela y Heredia; en los cantones San Carlos y Sarapiquí, respectivamente. Dicha sección inicia en la Ruta Nacional N° 4 en el poblado de Bajos de Chilamate (Estación 0+000), finalizando en la intersección de la Ruta Nacional N° 4 con la Ruta Nacional N° 751(Estación 27+090) cerca del poblado de Vuelta Kopper. La construcción de esta carretera va a incidir sustancialmente en el transporte de carga ancha, ya que gran volumen del transporte ya no transitará hacia y por el Valle Central, sino que se dirigirá por el Corredor Vial Atlántico.

Este proyecto se enmarca en el denominado Corredor Atlántico del Proyecto Mesoamérica (anteriormente Plan Puebla Panamá), cuya iniciativa de integración vial, tiene como objetivo principal “promover la integración física de la región para facilitar el tránsito de personas y mercancías y, de esta manera, reducir los costos de transporte”, a través de la construcción, rehabilitación y mejoramiento del Corredor Atlántico.

La carretera contará con varios puentes mayores, alcantarillas y puentes peatonales. Las estructuras mayores son ocho y se construirán sobre los siguientes ríos o quebradas: Río Sardinal, Río Cuarto, Río Caño Negro, Río Toro, Quebrada San Pedro, Río Tres Amigos, Quebrada Pericos y Quebrada Campamento.

## 2. OBJETIVOS

- a) Verificar que la información incluida en los planos de diseño originales coincide con lo observado en sitio.

Informe No. LM-PIE-01-2015	Fecha de emisión: 18 de febrero 2015	Página 7 de 58
----------------------------	--------------------------------------	----------------

- b) Evaluar el avance en los trabajos de construcción de los puentes y su condición actual.
- c) Proveer conclusiones y recomendaciones.

### **3. ALCANCE**

Este informe de inspección se limita a presentar un resumen de observaciones realizadas en sitio el día de la inspección.

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

Como complemento a la inspección estructural, se examinan los planos de diseño del puente en caso de existir. Con ello se busca comprender la estructuración del puente y verificar que existe coincidencia entre lo construido y lo especificado en planos.

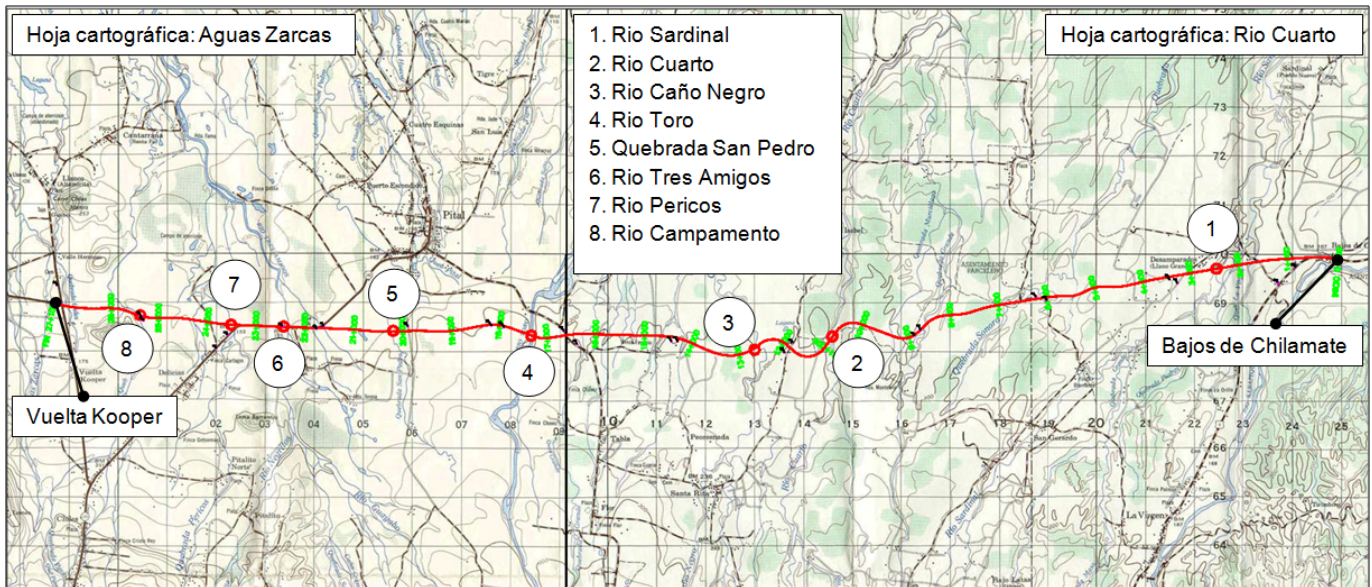
En el caso que se quisiera verificar la capacidad estructural, hidráulica y sísmica del puente se recomienda realizar una evaluación detallada y realizar ensayos especializados.

### **4. DESCRIPCIÓN**

#### **4.1 Puente sobre el Rio Sardinal**

El puente sobre el río Sardinal se ubica en el distrito de Sarapiquí, del cantón de Alajuela, en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica con el numero 1 al puente sobre el Rio Sardinal en la hoja cartográfica Rio Cuarto 1:50 000. El puente se ubica en la estación 02+450.





**Figura 1.** Ubicación de los puentes del Proyecto Bajos de Chilamate-Vuelta Kooper en las hojas cartográficas Aguas Zarcas y Rio Cuarto 1:50 000

El día de la inspección, la carretera de acceso al puente estaba cerrada. Es por ello que no se tiene información sobre el avance en la construcción del puente y es por eso que en este informe no se incluyen vistas del puente. La figura 2 muestra la identificación utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 1 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.

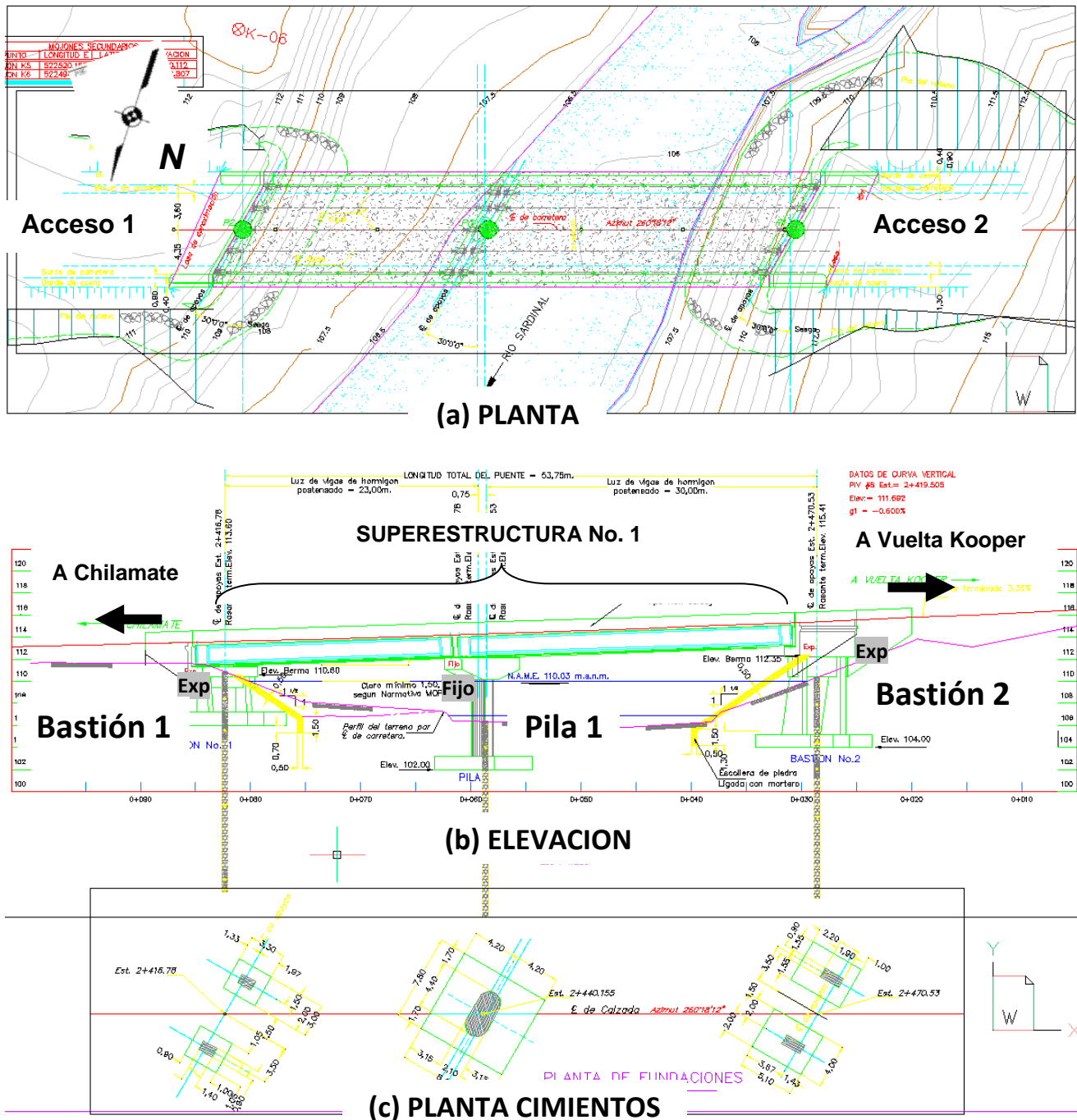


Figura 2: Plano del puente sobre el Rio Sardinal donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 1.** Características básicas del puente sobre el Río Sardinal

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	53,75
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	2
	Alineación del puente	Sesgada
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	5 vigas de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 1
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado con dos columnas.
	Tipo de pilas	Pila 1: Columna sencilla.
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2 y Pila 1: Placa aislada de concreto reforzado.
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: Apoyos expansivos
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: Apoyos fijos
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño original	AASHTO Estándar 2002 - 17 edición
	Carga viva de diseño original	HS20-44 + 25%

#### 4.2. Puente sobre el Río Cuarto

El puente sobre el Río Cuarto es una estructura en construcción ubicada en el distrito de Río Cuarto del cantón de Grecia en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica al puente sobre el Río Cuarto con el número 2 en la hoja cartográfica Río Cuarto 1:50 000. El puente se ubica en la estación 10+700.

Las figuras 3 y 4 presentan vistas principales del puente, la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 5 muestra la identificación utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 2 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 3:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre el Río Cuarto



**Figura 4:** Vista lateral del puente sobre el Rio Cuarto

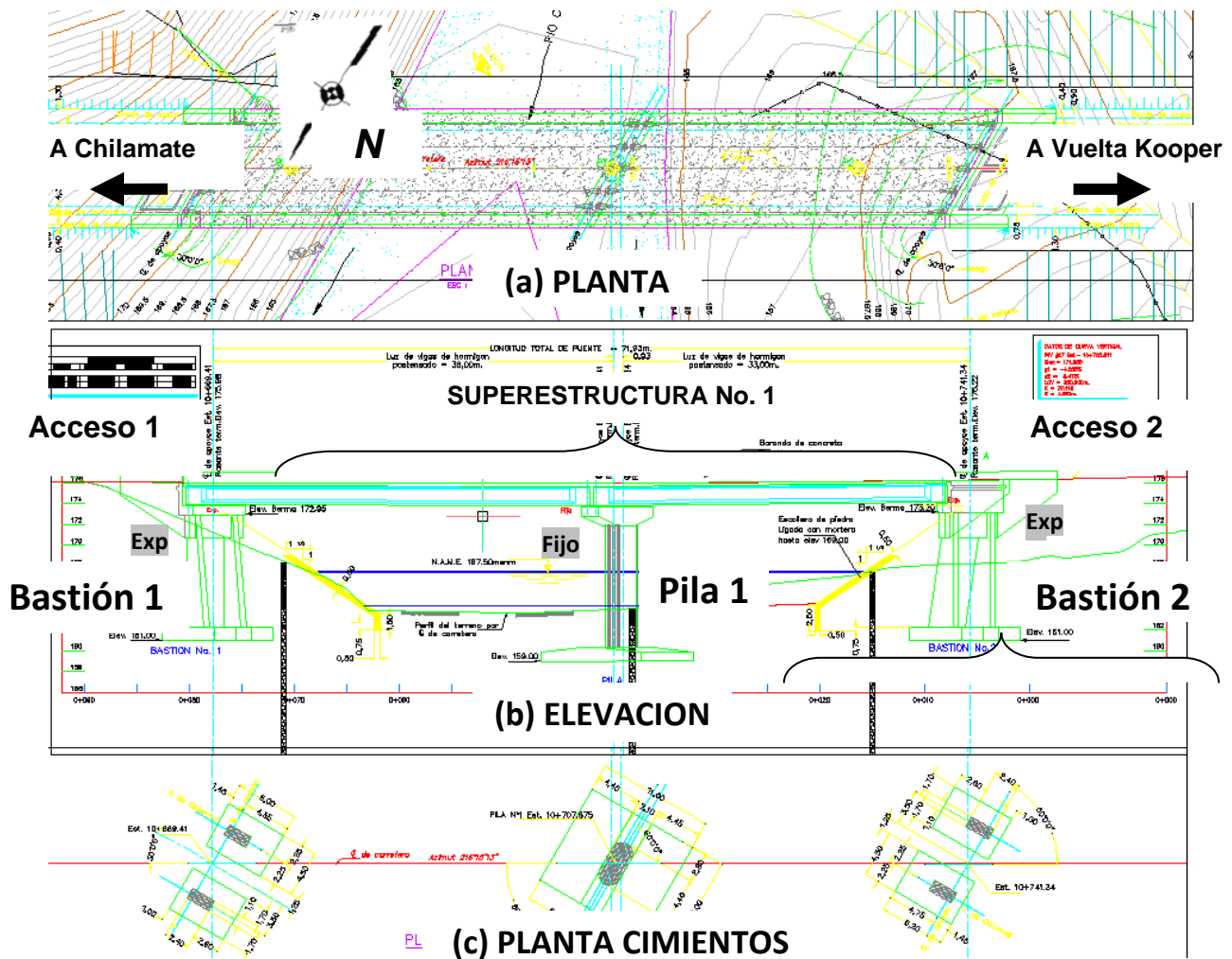


Figura 5: Plano del puente sobre el Rio Cuarto donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 2.** Características básicas del puente sobre el río Cuarto

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	71,93
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	2
	Alineación del puente	Sesgada
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	5 vigas I prefabricadas de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 1
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Tipo marco de concreto reforzado con dos columnas.
	Tipo de pilas	Pila 1: Tipo columna sencilla.
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2 y Pila 1: Placa aislada de concreto reforzado.
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: apoyo expansivo
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: apoyo fijo
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño original	AASHTO Estandar 2002, 2002
	Carga viva de diseño original	HS20-44 +25%

### 4.3 Puente sobre el Río Caño Negro

El puente sobre el Río Caño Negro es un estructura en construcción ubicada en el distrito Río Cuarto, del cantón de Grecia en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica al puente sobre el Río Cuarto con el número 3 en la hoja cartográfica Río Cuarto 1:50 000. El puente se ubica en la estación 12+670.

Las figuras 6 y 7 presentan vistas principales del puente, la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 8 muestra la identificación utilizada en

este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 3 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 6:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre el Rio Caño Negro





**Figura 7:** Vista lateral del puente sobre el Rio Caño Negro

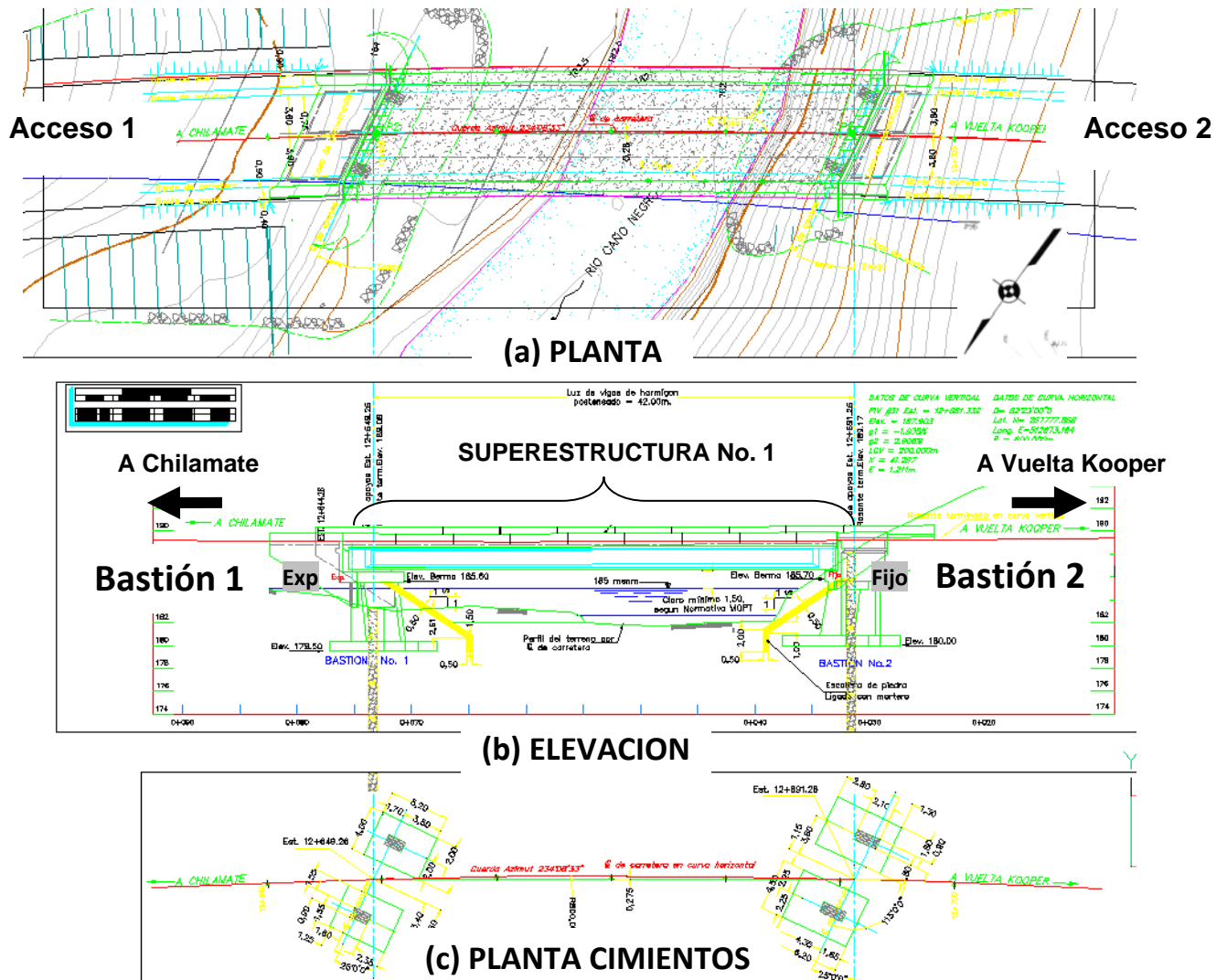


Figura 8: Plano del puente sobre el Rio Caño Negro donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 3.** Características básicas del puente sobre el Río Caño Negro

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	42,00
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	2
	Alineación del puente	Recto pero sesgado
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	5 vigas I prefabricadas de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 0
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado con dos columnas
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placa aislada de concreto reforzado. Pilas: No aplica
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Expansivo Bastión 2: Fijo
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO Estándar 2002, 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 +25%

#### 4.4 Puente sobre el Río Toro

El puente sobre el Río Toro es un estructura en construcción ubicada en el distrito Pital del cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica al puente con el numero 4 en la hoja cartográfica Aguas Zarcas 1:50 000. El puente se ubica en la estación 17+325.

Las figuras 9 y 10 presentan vistas del puente; la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 11 muestra la identificación utilizada en este informe

la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 4 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 9:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre el Río Toro.



**Figura 10:** Vista lateral del puente sobre el Rio Toro

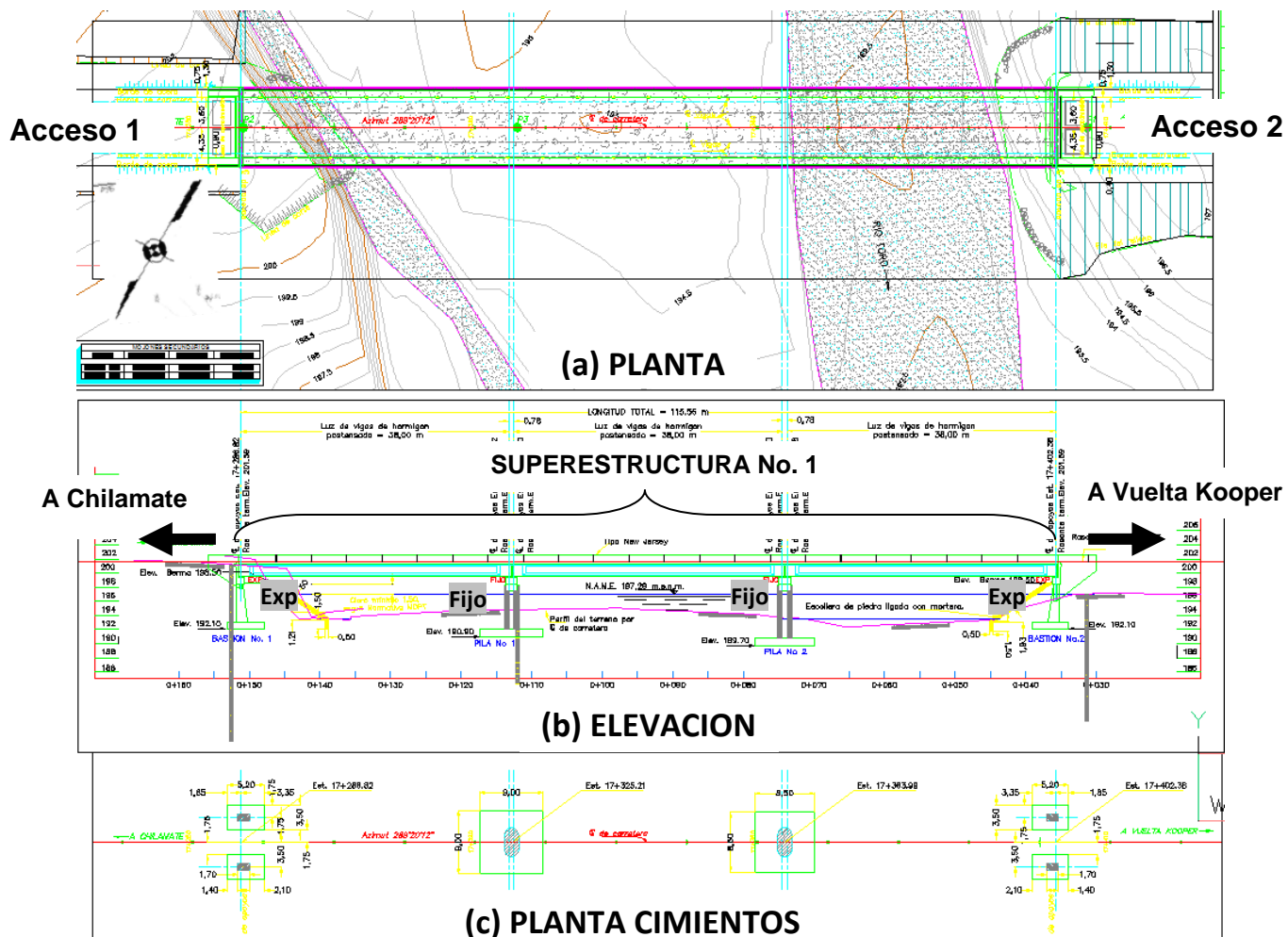


Figura 11: Plano del puente sobre el Rio Toro donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 4.** Características básicas del puente sobre el río Toro

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	115,56
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	3
	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)	5 vigas I prefabricadas de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 2
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado con dos columnas.
	Tipo de pilas	Pila 1 y 2: Columna sencilla de concreto reforzado
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placa aislada de concreto reforzado Pilas 1 y 2: Placa aislada de concreto reforzado
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: Apoyos expansivos
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1 y 2: Apoyos fijos
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO Estándar 2002, 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 + 25%

#### 4.5 Alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro

La alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro es una estructura en construcción ubicada en el distrito Pital del cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica la alcantarilla con el número 5 en la hoja cartográfica Aguas Zarcas 1:50 000. El puente se ubica en la estación 20+200.

Las figuras 12 y 13 presentan vistas principales de la alcantarilla; la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 14 muestra la identificación de componentes de la alcantarilla utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. La Tabla 5 resume las características básicas de la alcantarilla obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 12:** Vista a lo largo de la línea de centro de la alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro.





**Figura 13:** Vista lateral de la alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro

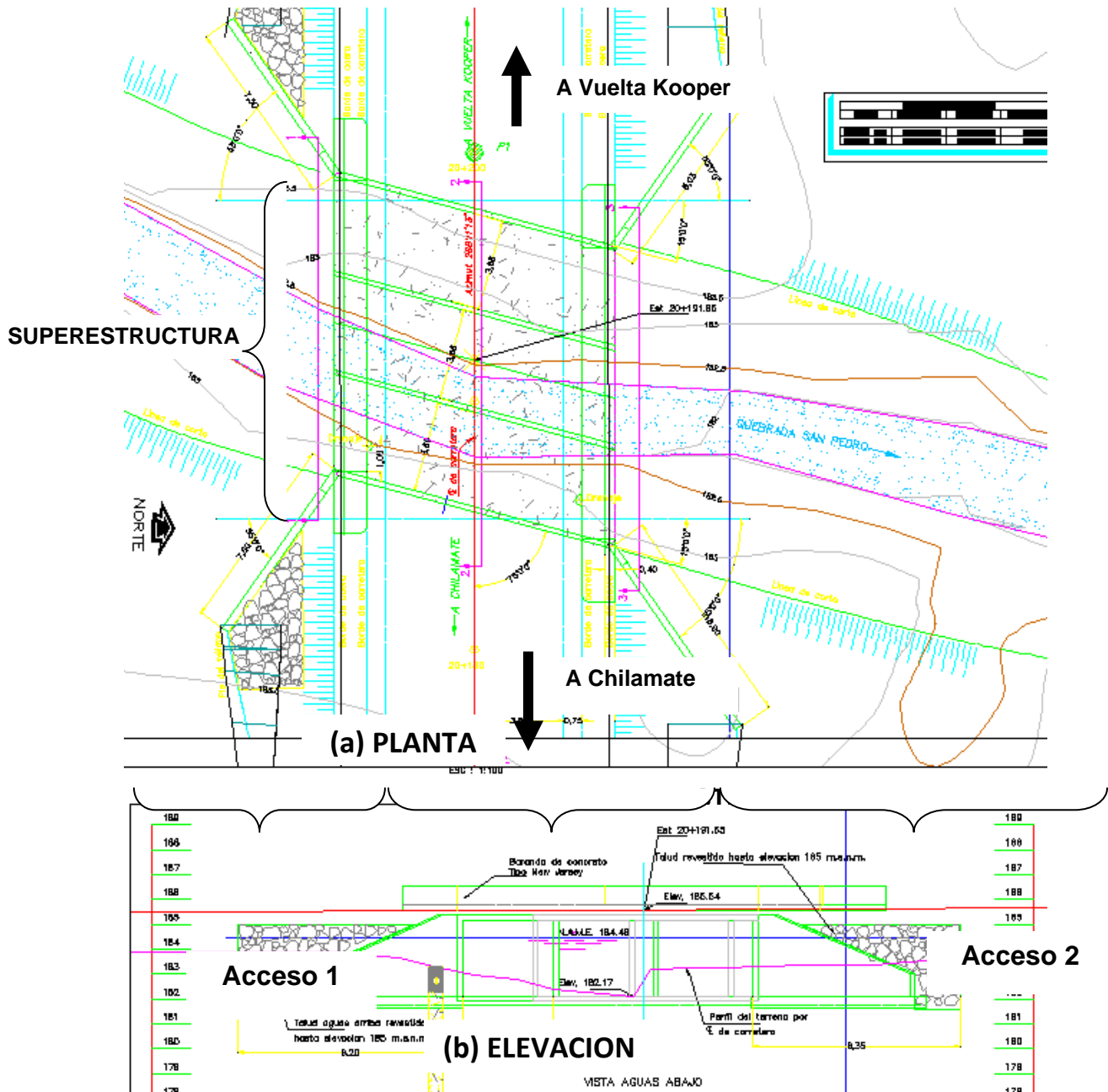


Figura 14: Plano de la alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 5.** Características básicas de la alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro

<b>Geometría</b>	Tipo de alcantarilla	Tipo cajón de tres celdas - Concreto Reforzado
	Longitud total (m)	12,07
	Longitud de tramo mayor (m)	4,00
	Ancho total (m)	11,30
	Altura total (m)	3,55
	Altura libre de celdas	3,00
	Ancho libre por celda	3,66
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	3
	Alineación de la alcantarilla	Sesgada (15 grados)
	Número de carriles	2
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO estándar 2002, 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 + 25%

#### 4.6 Puente sobre el Rio Tres Amigos

El puente sobre el Rio Tres Amigos es un estructura existente a rehabilitar ubicada en el distrito Pital del cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. Los planos constructivos del puente muestran que el puente va a ser rehabilitado. La figura 1 identifica al puente con el numero 6 en la hoja cartográfica Aguas Zarcas 1:50 000. El puente se ubica en la estación 22+350.

Las figuras 15 y 16 presentan vistas del puente; la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 17 muestra la identificación utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 6 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 15:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre el Río Tres Amigos.



**Figura 16:** Vista lateral del puente sobre el Río Tres Amigos

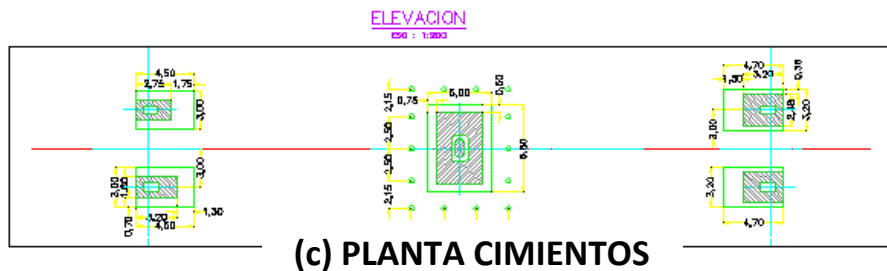
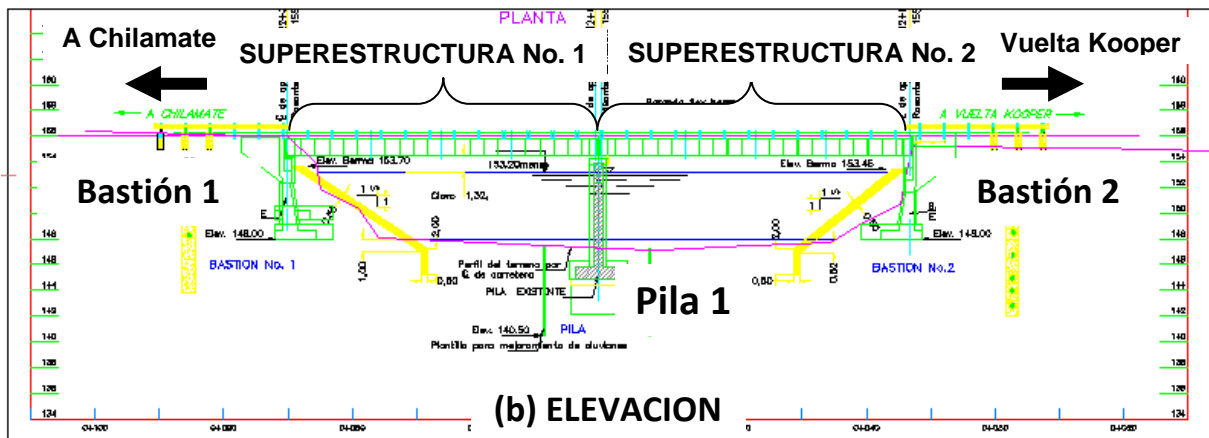
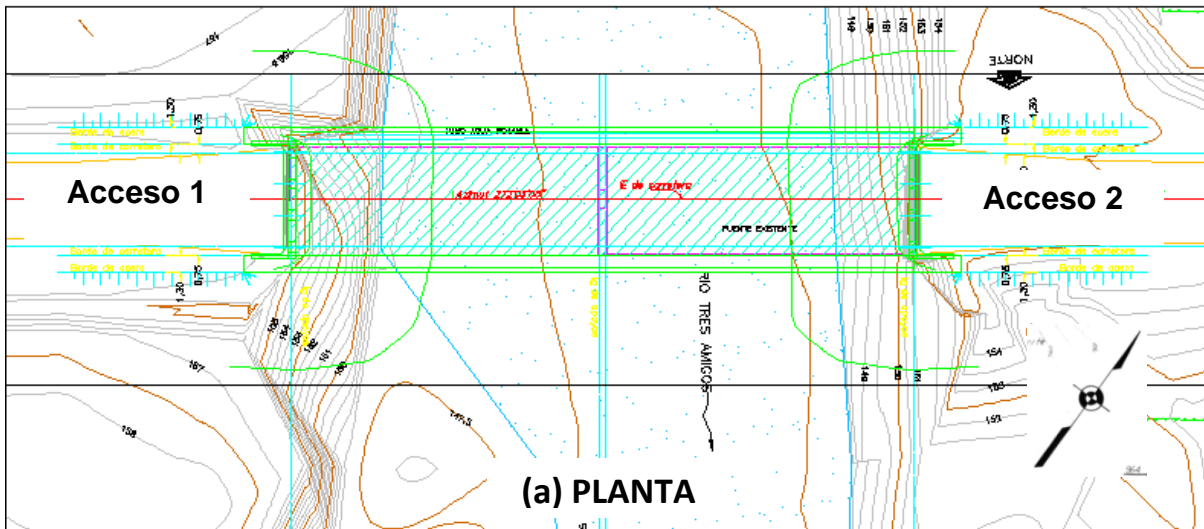


Figura 17: Plano del puente sobre el Rio Tres Amigos donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 6.** Características básicas del puente sobre el Rio Tres Amigos

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	
	Ancho total (m)	8.50 (actualmente) 10,50 (una vez rehabilitado)
	Ancho de calzada (m)	8,50 (actualmente) 8,70 (una vez rehabilitado)
	Número de tramos	2
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado ( A sustituir)
	Número de superestructuras	2
	Tipo de superestructura (elementos principales)	4 vigas I de acero estructural ( A sustituir)
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastiones 1 y 2: Desconocido
	Tipo de apoyo en pilas	Pila 1: Desconocido
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: 1
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado con dos columnas (A reforzar)
	Tipo de pilas	Columna sencilla de concreto reforzado (A reforzar)
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placas aisladas de concreto reforzado Pila 1: Placa aislada de concreto reforzado
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	No se tiene información
	Carga viva de diseño	No se tiene información
<b>Especificación de diseño y carga viva de la rehabilitación</b>	Especificación de diseño	ASSHTO estándar 2002 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 + 25%

#### 4.7 Puente sobre la Quebrada Pericos

El puente sobre la Quebrada Pericos es una estructura nueva en construcción ubicada en el distrito Aguas Zarcas del cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica al puente con el número 7 en la hoja cartográfica Aguas Zarcas 1:50 000. El puente se ubica en la estación 23+500.

Las figuras 18 y 19 presentan vistas del puente; la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 20 muestra la identificación utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 7 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 18:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre la Quebrada Rio Pericos



**Figura 19:** Vista lateral del puente sobre la Quebrada Pericos



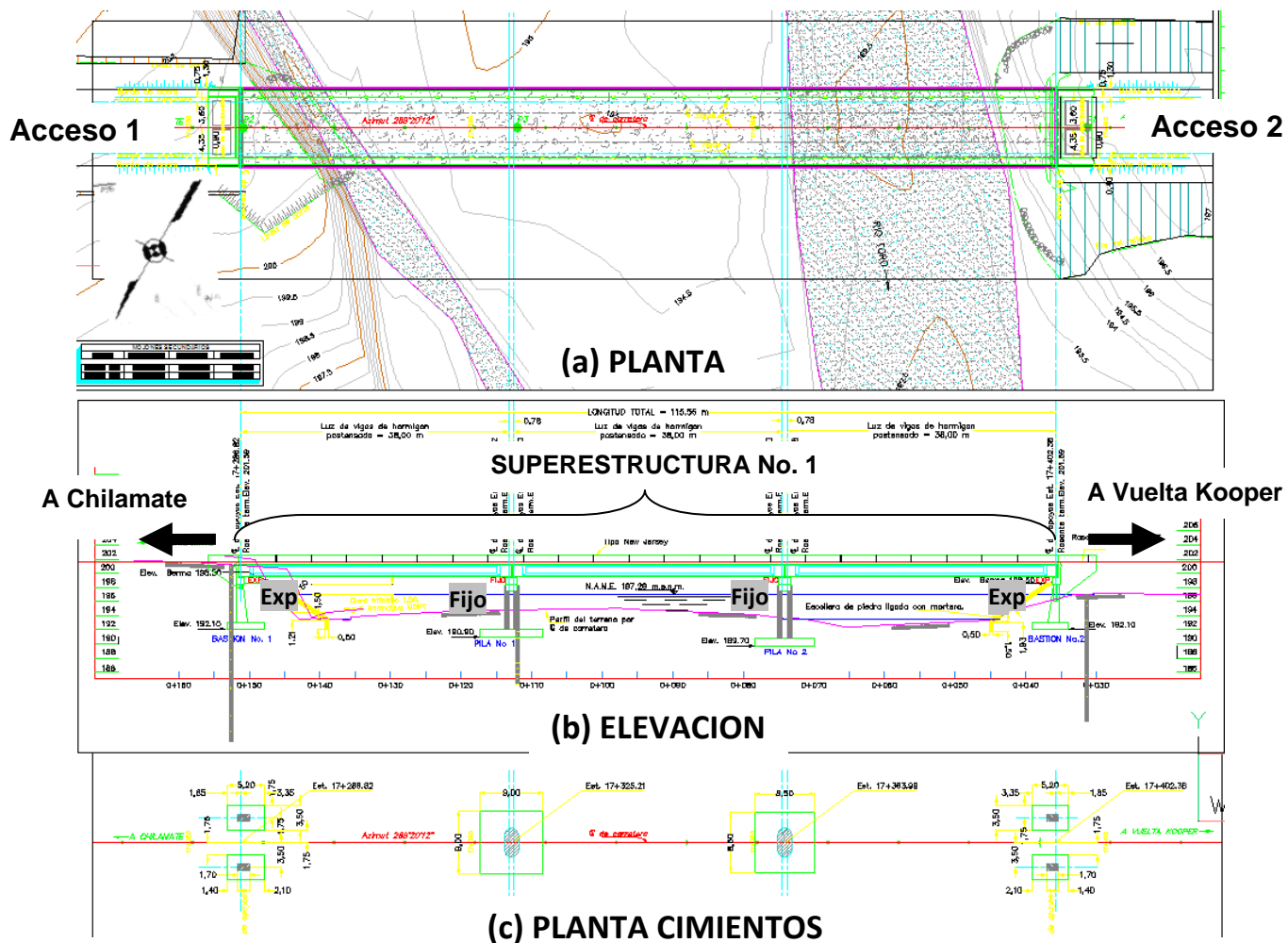


Figura 20: Plano del puente sobre la Quebrada Pericos donde se identifican sus elementos.

**Tabla No 7.** Características básicas del puente sobre la Quebrada Pericos

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	30,00
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	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)	5 vigas I de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: No aplica
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado de dos columnas.
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placa aislada de concreto reforzado Pilas: No aplica
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyos expansivos Bastión 2: Apoyos fijos
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO Estándar 2002, 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 + 25%

#### 4.8 Puente sobre el Rio Campamento

El puente sobre la Quebrada Campamento es un estructura nueva en construcción ubicada en el distrito Aguas Zarcas del cantón de San Carlos en la provincia de Alajuela. La figura 1 ubica al puente con el número 8 en la hoja cartográfica Aguas Zarcas 1:50 000. El puente se ubica en la estación 25+375.

Las figuras 21 y 22 presentan vistas del puente; la vista a lo largo de su línea de centro y una vista lateral, respectivamente. La figura 23 muestra la identificación utilizada en este informe la cual también coincide con la utilizada en los planos. Finalmente, la Tabla 8 resume las características básicas del puente obtenidas de los planos de diseño.



**Figura 21:** Vista a lo largo de la línea de centro del puente sobre la Quebrada Campamento



**Figura 22:** Vista lateral del puente sobre la Quebrada Campamento



**Tabla No 8.** Características básicas del puente sobre la Quebrada Campamento

<b>Geometría</b>	Tipo de estructura	Puente
	Longitud total (m)	35,00
	Ancho total (m)	11,30
	Ancho de calzada (m)	8,70
	Número de tramos	1
	Alineación del puente	Recto
	Número de carriles	2
<b>Superestructura</b>	Tipo de tablero	Losa de concreto reforzado colada en sitio
	Número de superestructuras	1
	Tipo de superestructura (elementos principales)	5 vigas I prefabricadas de concreto preesforzado
<b>Subestructura</b>	Número de elementos	Bastiones: 2 Pilas: No aplica
	Tipo de bastiones	Bastiones 1 y 2: Marco de concreto reforzado de dos columnas.
	Tipo de pilas	No aplica
	Tipo de cimentación	Bastiones 1 y 2: Placa aislada de concreto reforzado Pilas: No aplica
<b>Apoyos</b>	Tipo de apoyo en bastiones	Bastión 1: Apoyos expansivos Bastión 2: Apoyos fijos
	Tipo de apoyo en pilas	No aplica
<b>Especificación de diseño y carga viva</b>	Especificación de diseño	AASHTO Estándar 2002, 17 edición
	Carga viva de diseño	HS20-44 + 25%

## 5. OBSERVACIONES

A continuación se presenta un resumen del avance en la construcción de los puentes, su condición y el posible deterioro observado durante su inspección. La información suministrada se presenta según el siguiente orden para cada puente: (a) elementos de seguridad vial y elementos informativos, (b) superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) superestructura y (d) subestructura.

### **5.1 Puente sobre el Rio Sardinal**

Se desconoce el avance en la construcción del puente ya que el día de la inspección la carretera estaba bloqueada.

### **5.2 Puente sobre el Rio Cuarto**

#### *5.2.1 Elementos de seguridad vial y elementos informativos*

Debido a que aun no se ha construido la superestructura del puente y sus accesos, esta no contaba con la barrera vehicular, baranda peatonal, aceras, losa de aproximación, elementos de identificación, señalización y guardavías. (Ver figura 3 y 4)

#### *5.2.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

La superestructura del puente aun no ha sido construida es por ello que tampoco ha iniciado la construcción, instalación y revisión de los siguientes elementos y accesorios:

- a) la superficie de rodamiento del puente y sus accesos,
- b) el sistema de drenaje del puente y sus accesos,
- c) las juntas de expansión de la superestructura,
- d) otros elementos de los accesos tales como taludes de los rellenos, losa de aproximación y muros de retención.

### 5.2.3 Superestructura

Por el momento, solo ha iniciado la prefabricación de las vigas principales en un lugar alejado del puente. (ver figura 24)

### 5.3.4 Subestructura

Se observó un gran avance en la construcción de los dos bastiones y la pila del puente. En el caso de los bastiones, faltaba construir la pared de la viga cabezal de ambos bastiones, parte de los aletones del bastión 1, los dos aletones del bastión 2 y los pedestales de concreto para los apoyos de las vigas principales del puente. En el caso de la pila, también faltaba construir los pedestales de concreto. (Ver figura 25)

Debido al avance antes descrito es de esperar que no existiera avance en la construcción de los apoyos y en la construcción del enrocado de protección de los bastiones (escollera).



**Figura 24:** Trabajos en prefabricado y preesfuerzo de las vigas principales del puente sobre el Río Cuarto.





**Figura 25:** Faltaba construir los aletones, viga cabezal y pedestales de concreto de los bastiones del puente sobre el Rio Cuarto.

### **5.3 Puente sobre el Rio Caño Negro**

#### *5.3.1 Elementos de seguridad vial y elementos informativos*

Estaba en construcción la losa de las superestructura. Debido a ello es que no se había construido la barrera vehicular y las aceras. Tampoco se habían colocado los elementos de identificación, señalización y guardavías. (Ver figuras 6 y 7)

#### *5.3.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

Los siguientes elementos y accesorios aun no estaban contruidos o instalados: (a) la superficie de rodamiento del puente y sus accesos, (b) el sistema de drenaje del puente y sus accesos, (c) las juntas de expansión de la superestructura y (d) otros elementos de los accesos tales como taludes de los rellenos, losa de aproximación y muros de retención.

### 5.3.3 Superestructura

Ya estaban instaladas las 5 vigas principales y se habían colado las vigas diafragma. Solo faltaba completar el anclaje del acero de refuerzo en los extremos de la viga diafragma.

Se estaba colocando el encofrado para colar la losa de concreto. (Ver figuras 6 y 7)

### 5.3.4 Subestructura

La construcción de los bastiones estaba muy avanzada. Solo faltaba por construir los aletones y la pared de la viga cabezal. Los apoyos de neopreno ya estaban colocados. También se había construido parte del enrocado de protección de los bastiones. (Ver figuras 26 y 27)



**Figura 26:** Faltaba construir los aletones, viga cabezal y pedestales de los bastiones del puente sobre el Rio Caño Negro.



**Figura 27:** Construcción del enrocado para protección (escollera) de los bastiones del puente sobre el Rio Caño Negro.

## **5.4 Puente sobre el Rio Toro**

### *5.4.1 Elementos de seguridad vial y elementos informativos*

La construcción del puente estaba muy avanzada. No se observaron problemas con los elementos ya construidos como son la barrera vehicular y las aceras. Solo faltaba por instalar la baranda peatonal, colocar elementos de identificación del puente, la señalización vial, los guardavías y la iluminación. (Ver figuras 9 y 10)

### *5.4.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

No se observaron problemas con la superficie de rodamiento del puente, la superficie de rodamiento de la losa de aproximación y los taludes del relleno de los accesos.

El sistema de drenaje del puente no era el apropiado. Los tubos de desagüe eran muy cortos lo que facilita que el agua de lluvia descargue sobre las vigas principales generando a

futuro posibles problemas de mantenimiento. También, se observaron tubos de drenaje que descargan el agua directamente sobre la pila afectando los apoyos y las vigas principales (ver figura 28). El artículo 1.5 de la especificación de diseño de puentes AASHTO Estándar 2002 17 edición (especificada para el diseño de los puentes del proyecto) indica que el detalle de los desagües de un puente deben ser tal que se impida la descarga de agua contra cualquier parte de la estructura o sobre el tráfico en movimiento y que se evite la erosión a la salida del bajante. Por otro lado, el artículo 2.6.6.4 de la especificación para diseño de puentes AASTHO LRFD 2012 indica que los tubos de desagüe se deberían extender al menos 100 mm por debajo de la superficie inferior de las vigas principales.

La juntas de expansión no cuentan con un sello que impida el ingreso de sedimentos y la descarga de agua sobre los apoyos y la viga cabezal de los bastiones. (Ver figura 29)

No se ha construido el sistema de drenaje de los accesos del puente.

#### *5.4.3 Superestructura*

La superestructura estaba prácticamente terminada. Solo faltaba por completar el anclaje del acero de refuerzo de la viga diafragma a la viga externa del puente y en las vigas intermedias. El detalle mostrado en planos no coincide con lo observado en sitio. (Ver figuras 30 y 31)

#### *5.4.4 Subestructura*

Ya se completó la construcción de los bastiones, las pilas y los apoyos. Aparentemente ya se terminó la construcción del enrocado de protección de los bastiones.



**Figura 28:** Indicios de que el agua descarga sobre la pila del puente sobre el Rio Toro



**Figura 29:** Juntas de expansión sin sello que impida el ingreso de sedimentos y descarga de agua sobre apoyos y la viga cabezal del bastión del puente sobre el Rio Toro.



**Figura 30:** Anclaje inapropiado del acero de refuerzo de la viga diafragma ubicada sobre el bastión-este. El detalle no coincide con lo indicado en planos. Puente sobre el Rio Toro.



**Figura 31:** Anclaje inapropiado del acero de refuerzo en las vigas diafragma intermedias. El detalle no coincide con lo indicado en planos. Puente sobre el Rio Toro.



**Figura 32:** Pérdida de la almohadilla de neopreno que se adhiere a la viga principal junto a uno de los conectores de cortante del bastión-este. Puente sobre el Río Toro.

## **5.5 Alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro**

### *5.5.1 Elementos de seguridad vial e informativos*

La construcción de la alcantarilla estaba muy avanzada. Faltaba construir la barrera vehicular, la baranda peatonal y las aceras. (Ver Figura 33) También faltaba instalar los elementos de identificación del puente, la señalización vial, los guardavías y la iluminación.

### *5.5.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

No se observaron problemas con la superficie de rodamiento de la alcantarilla, la superficie de rodamiento de la losa de aproximación y los taludes del relleno de los accesos.

No se había construido el sistema de drenaje de los accesos al puente.

### 5.5.3 Elementos de concreto de la alcantarilla

La alcantarilla contaba con una losa colada sobre el terreno la cual une el extremo inferior de los muros externos e internos y una losa superior que conecta los mismos muros pero en el extremo superior y aletones inclinados. Solamente faltaba construir el revestimiento de los taludes a la entrada y a la salida de la alcantarilla según se indica en los planos.



**Figura 33:** Faltaba completar la construcción de la barrera vehicular, la baranda peatonal y la acera. Alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro.





**Figura 34:** Faltaba construir el revestimiento de protección de los taludes a la entrada y a la salida de la alcantarilla. Alcantarilla sobre la Quebrada San Pedro.

## **5.6 Puente sobre el Rio Tres Amigos**

Este puente es una estructura existente por rehabilitar. Entre los trabajos a realizar está reforzar los bastiones y la pila, sustituir la losa existente del puente y limpiar y reforzar las vigas principales de acero con cubreplacas. En su condición actual el puente exhibía muchos problemas que se espera sean solucionados con la rehabilitación.

### *5.6.1 Elementos de seguridad vial e informativos*

El puente existente no contaba con aceras, no tiene una barrera vehicular rígida y tampoco una baranda peatonal. Tenía un rotulo con el nombre del rio que cruza pero no se indica el numero de la ruta. No existía señalización vial. El puente contaba con un poste de iluminación pero se desconoce si funcionaba. (Ver figura 15)

### *5.6.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

No se observaron problemas con la superficie de rodamiento del puente. Había indicios de asentamiento en los accesos del puente. (Ver figura 35)

La junta de expansión es del tipo abierta. Había evidencia de que por ella se filtra una gran cantidad de agua y sedimentos que han afectado las vigas principales y los apoyos de acero. (Ver figura 35)

No se observó un sistema de drenaje para los accesos del puente. (Ver figura 15)

### *5.6.3 Superestructura*

Las vigas principales existentes exhibían corrosión debido al agua que se filtra por la juntas de expansión. Las vigas y apoyos requieren ser protegidas con un sistema de pintura. (Ver figura 36)

### *5.6.4 Subestructura*

La pared de la viga cabezal de los bastiones presenta desprendimiento del concreto en sus bordes. Los apoyos mecánicos exhibían corrosión importante. (Ver figura 36)



**Figura 35:** Se observó juntas de expansión sin sello, asentamiento de los accesos de aproximación y desprendimiento del concreto de la pared del cabezal. Puente sobre el Rio Tres Amigos.



**Figura 36:** Se observó acumulación de sedimento y humedad alrededor de los apoyos y además corrosión de vigas principales y sus respectivos apoyos mecánicos. Puente sobre el Rio Tres Amigos.

## **5.7 Puente sobre la Quebrada Pericos**

### *5.7.1 Elementos de seguridad vial y elementos informativos*

La construcción del puente está muy avanzada. Faltaba completar la barrera vehicular, específicamente el tramo sobre los bastiones. También faltaba instalar la baranda peatonal, colocar los elementos de identificación del puente, la señalización vial, los guardavías y la iluminación. (Ver figuras 18 y 19)

### *5.7.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

No se observaron problemas con la superficie de rodamiento del puente, la superficie de rodamiento de la losa de aproximación y los taludes del relleno de los accesos.

El sistema de drenaje del puente no es apropiado. Los tubos de desagüe son muy cortos lo que facilita que el agua de lluvia descargue sobre las vigas principales generando a futuro posibles problemas de mantenimiento. El artículo 1.5 de la especificación de diseño de puentes AASHTO Estándar 2002 17 edición (especificada para el diseño de los puentes del proyecto) indica que el detalle de los desagües de un puente deben ser tal que se impida la descarga de agua contra cualquier parte de la estructura o sobre el tráfico en movimiento y que se evite la erosión a la salida del bajante. Por otro lado, el artículo 2.6.6.4 de la especificación para diseño de puentes AASTHO LRFD 2012 indica que los tubos de desagüe se deberían extender al menos 100 mm por debajo de la superficie inferior de las vigas principales.

Falta colocar el sello de las juntas de expansión. (ver figura 38)

Aparentemente, el borde de la losa de aproximación en contacto con la carpeta asfáltica no va a contar con un angular de protección para prevenir el desprendimiento del concreto. (ver Figura 39). Los planos no incluyen un detalle del mismo.

No se ha construido un sistema de drenaje en ambos accesos del puente. (Ver figura 18)

### 5.7.3 Superestructura

La superestructura estaba prácticamente terminada. Solo faltaba completar el anclaje del acero de refuerzo de las vigas diafragma a las vigas principales externas de las superestructura. El detalle observado en sitio no coincide con lo indicado en planos. (Ver figura 40)

### 5.7.4 Subestructura

Se completó la construcción de los bastiones, las pilas y los apoyos de neopreno. Aparentemente, ya se terminó la construcción del enrocado de protección frente a los bastiones (escollera). Esta protección se ubica frente a los bastiones únicamente. Sin embargo, el plano constructivo parece indicar un enrocado mas extendido por lo que se requiere conocer con claridad hasta donde debería llegar el enrocado. (Ver figura 40)



**Figura 37:** Los tubos de desagüe del puente son muy cortos. Puente sobre Quebrada Pericos.



**Figura 38:** Faltaba colocar el sello de la junta de expansión. Puente sobre la Quebrada Pericos.



**Figura 39:** El borde de la losa de de aproximación en contacto con la carpeta asfáltica no contaba con angular de protección. Puente sobre la Quebrada Pericos.



**Figura 40:** El enrocado se construyó frente al cuerpo del bastión únicamente. La protección no se extiende a los costados del bastión. Puente sobre la Quebrada Pericos.

## **5.8 Puente sobre la Quebrada Campamento**

### *5.8.1 Elementos de seguridad vial y elementos informativos*

La construcción del puente estaba muy avanzada. Estaba en construcción la sección de acera (losa en voladizo) conectada a los aletones del bastión. También estaba en construcción la barrera vehicular del costado sur y los tramos de barrera vehicular sobre los bastiones del costado norte. Faltaba por instalar la baranda peatonal, colocar los elementos de identificación del puente, la señalización vial, los guardavías y la iluminación. (Ver figura 41)

### *5.8.2 Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros*

No se observaron problemas con la superficie de rodamiento del puente y sus accesos, la losa de aproximación y los taludes del relleno de accesos.

El sistema de drenaje del puente es probable que termine siendo similar al drenaje del puente sobre la Quebrada Pericos por lo que no sería apropiado. El artículo 1.5 de la especificación de diseño de puentes AASHTO Estándar 2002 17 edición (especificada para el diseño de los puentes del proyecto) indica que el detalle de los desagües de un puente deben ser tal que se impida la descarga de agua contra cualquier parte de la estructura o sobre el tráfico en movimiento y que se evite la erosión a la salida del bajante. Por otro lado, el artículo 2.6.6.4 de la especificación para diseño de puentes AASTHO LRFD 2012 indica que los tubos de desagüe se deberían extender al menos 100 mm por debajo de la superficie inferior de las vigas principales.

Faltaba construir un sistema de drenaje para cada acceso y faltaba colocar el sello de las juntas de expansión.

Aparentemente, el borde de la losa de aproximación que va a estar en contacto con la carpeta asfáltica no va a contar con un angular de protección para prevenir el desprendimiento del concreto observado en el puente sobre la Quebrada Pericos.

### *5.8.3 Superestructura*

La superestructura estaba prácticamente terminada. Faltaba por completar el anclaje del acero de refuerzo de las vigas diafragma a las vigas principales externas.

### *5.8.4 Subestructura*

Ya se completó la construcción de los bastiones y los apoyos. El enrocado de protección de los bastiones (escollera) solo estaba construido frente al cuerpo del bastión. Esta protección no se extendía a los costados del bastión. Los planos no indican con claridad hasta donde se debería extender el enrocado.(Ver figura 41)





**Figura 41:** Construcción de barrera vehicular y la acera sobre los alerones de los bastiones. Se observa el enrocado frente al talud del bastión. Puente sobre Quebrada Campamento.

## 6. CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones derivadas de la inspección estructural realizada a los puentes del proyecto y la revisión preliminar de los planos constructivos y especificaciones.

Las conclusiones son las siguientes:

- a) No se cuenta con los planos más recientes de los puentes. Se observaron diferencias entre lo construido y lo indicado en planos para la barrera vehicular y las aceras y el anclaje del acero de refuerzo de la vigas diafragma a las vigas principales exteriores.
- b) Para el diseño de los puentes, se especificó una especificación desactualizada: la especificación de diseño AASHTO Estándar 2002, 17 edición.
- c) No se tiene información sobre los siguientes aspectos:
  - Cuál es la identificación a utilizar para los puentes?
  - Cuál es la señalización vial de los puentes y sus accesos?

- Cuál es el sistema de desagüe a construir para los accesos de cada puente?
- d) Los planos provistos no incluyen información detallada sobre la extensión del enrocado para la protección de los bastiones.
- e) Los planos no incluyen detalles sobre la baranda peatonal y las luminarias.
- f) El sistema de desagüe especificado para el puente y construido en la mayoría de los puentes es inadecuado. La longitud de los tubos es corta en todos los puentes. En el caso del Rio Toro, varios tubos de desagüe descargan el agua directamente sobre las pilas del puente.
- g) No se tuvo acceso a la bitácora de cada puente.

## 7. RECOMENDACIONES

Con base en lo anterior se recomienda realizar las siguientes acciones:

- a) Solicitar una copia actualizada de los planos constructivos que incluyan todos las modificaciones realizadas a la fecha.
- b) Solicitar información aclaratoria sobre la identificación a utilizar para los puentes, la señalización vial y el sistema de drenaje de los accesos.
- c) Solicitar mejoras al sistema de drenaje de los puentes.
- d) Solicitar el detalle de anclaje del acero de refuerzo de las vigas diafragma a las vigas principales exteriores que se viene utilizando.
- e) Solicitar información sobre donde se guardan las bitácoras de cada puente para su revisión en las próximas giras.
- f) Solicitar información sobre el procedimiento empleado para control de calidad de materiales y del proceso constructivo.