

Evaluación del Estado de Conservación Preliminar Proyecto Puentes San José - Caldera Período 2007

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San Pedro, Costa Rica

Febrero 2008



Indice Página

1. Objetivo 03

2. Inventario Preliminar 03

3. Descripción de las Estructuras del Inventario 05

1. OBJETIVO

El objetivo del inventario preliminar es el de servir como un punto de partida para la recopilación y manejo futuro de la información pertinente al estado de conservación de los puentes y estructuras similares que forman parte de la línea vial San José - Caldera. Esta información se recopila a partir de los inventarios existentes en las diferentes departamentos gubernamentales, formas de inventario llenas por los ingenieros de zona, entrevistas con los ingenieros residentes de proyectos, revisión de planos con especificaciones y memorias de cálculo, revisión de mapas y listas de carreteras. En este caso, la mayor parte de la información ha sido suministrada por la Dirección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

2. Inventario Preliminar

De acuerdo con la información suministrada por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) se establece que sobre la ruta San José - Caldera se localizan 21 estructuras para puente que deberán ser evaluadas en forma preliminar para su posterior clasificación.

Las estructuras incluidas en este inventario son:

1. Puente La Salle
2. Puente sobre el río Tiribí
3. Puente Intersección Escazú
4. puente sobre el río Agres
5. Puente Intersección Multiplaza
6. Puente Intersección Guachipelín
7. Puente sobre el río Corrogres
8. Puente Intersección San Ana
9. Puente La Caraña
10. Puente Uruca
11. Puente Río Segundo
12. Puente Intersección Orotina
13. Puente Intersección Coyolar
14. Puente Intersección Pozón
15. Puente Intersección La Rita
16. Puente Intersección Calle Loros
17. Puente Intersección Huacas
18. Puente Jesús María
19. Puente Intersección Tivives
20. Puente Intersección Salinas
21. Puente Intersección Mata de Limón

Adicionalmente, forman parte de este inventario cuatro estructuras mayores que fueron construidas a partir del año 2000 y por lo tanto se deberían encontrar en un estado libre de deterioro. Estas estructuras son:

1. Puente sobre el río Virilla
2. Puente sobre el río Grande
3. Puente sobre la Quebrada Salitral
4. Puente sobre la Quebrada Salinas

Es importante aclarar que estas cuatro estructuras no están incluidas dentro del proyecto de Conservación San José - Caldera.

Dentro del programa de trabajo del 2007 se ha incluido el estudio de Conservación de las Estructuras comprendidas en el tramo Sabana - Ciudad Colón. El resto de las estructuras se auscultaron en los períodos 2008 y 2009.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DEL INVENTARIO

3.1 Puente La Salle (Paso inferior El Cacique)

3.1.1 Descripción general

Paso superior en curva con estructura continua en concreto reforzado y vigas de sección variable. Cuenta con tres tramos, un marco rígido central de 25 m y dos extremos en voladizo de 6 m cada uno. En la figura 1 se muestra una vista general del puente.

Claro: 37.00 m

Ancho: 24.00 m

Fecha de construcción: 1973

Carga de diseño: HS 20-44



Figura 1: Puente La Salle (El Cacique)

3.1.2 Geometría

Figura 2: Elevación puente La Salle

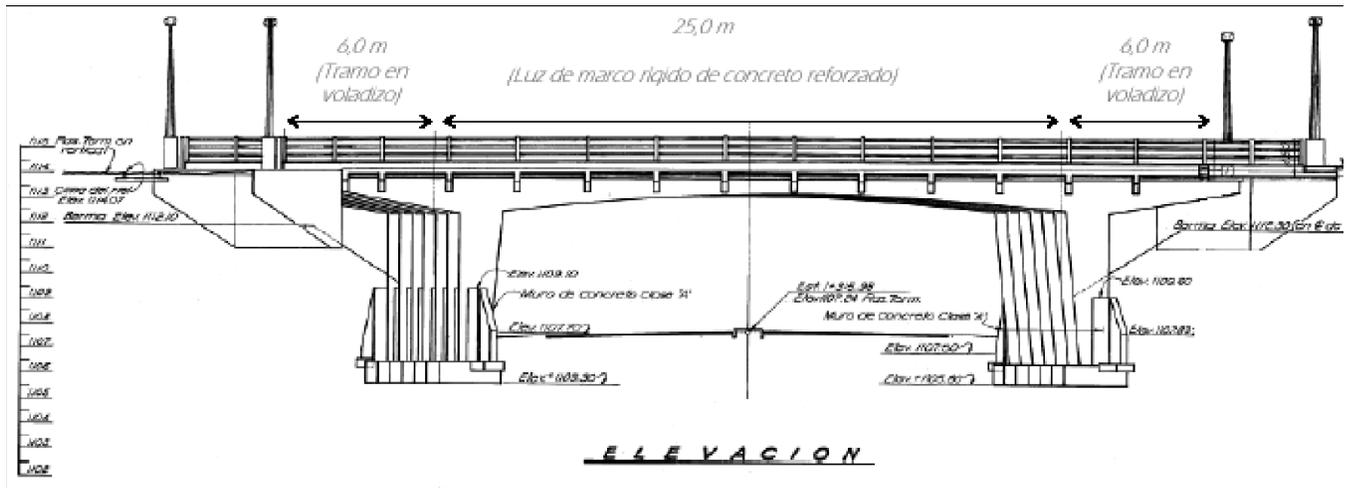


Figura 3: Planta del puente La Salle

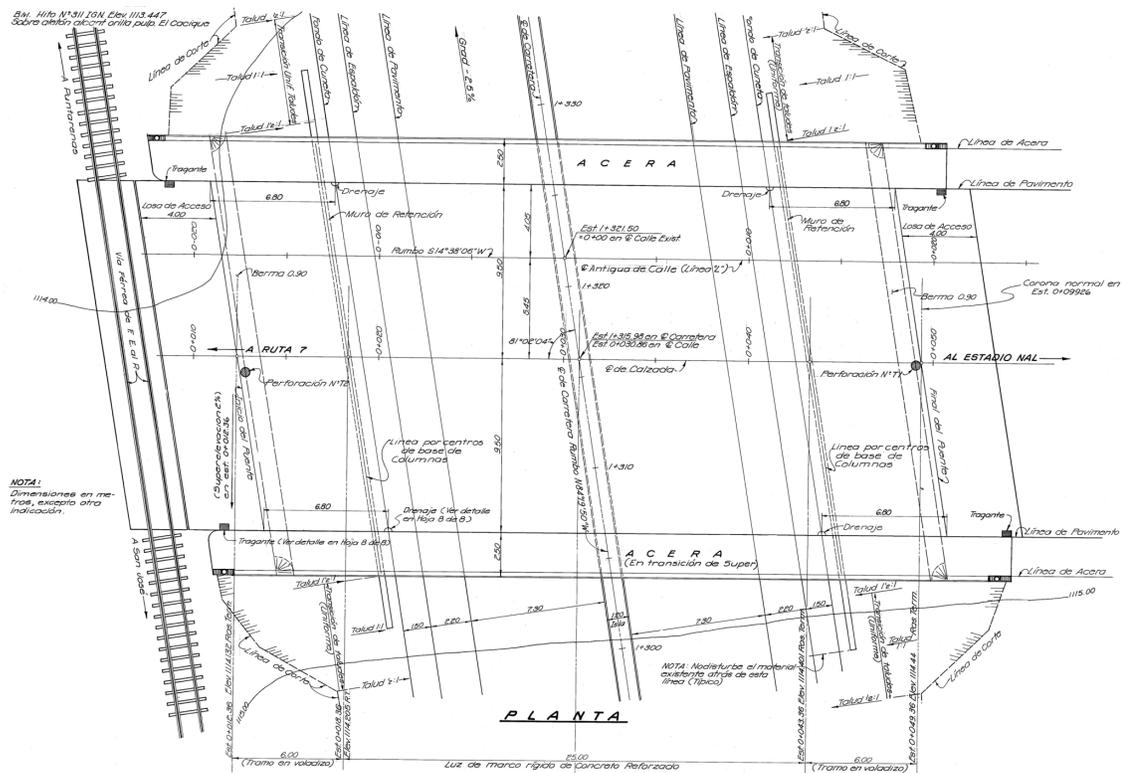


Figura 4: Media sección transversal del puente La Salle por línea centro de las pilas

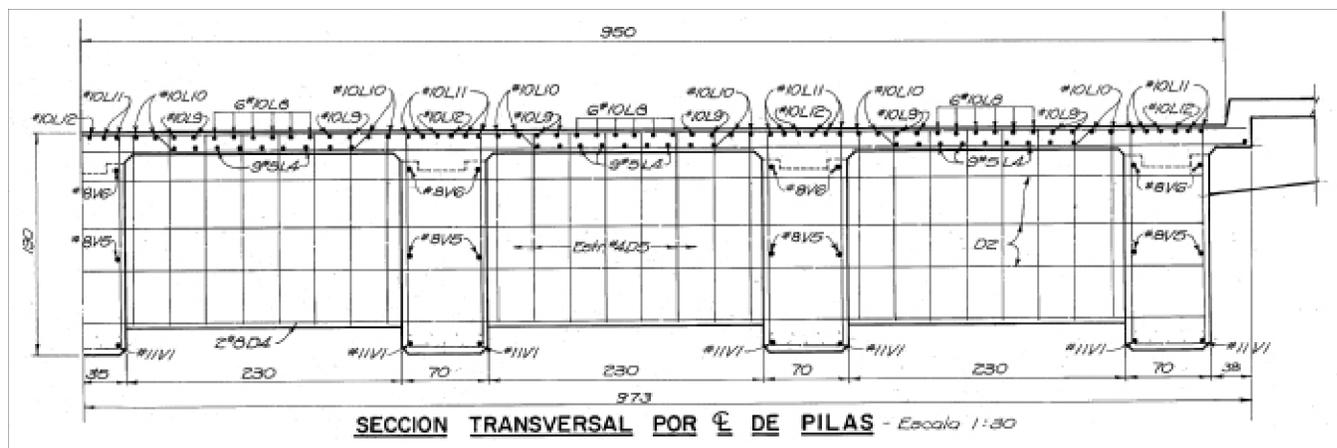
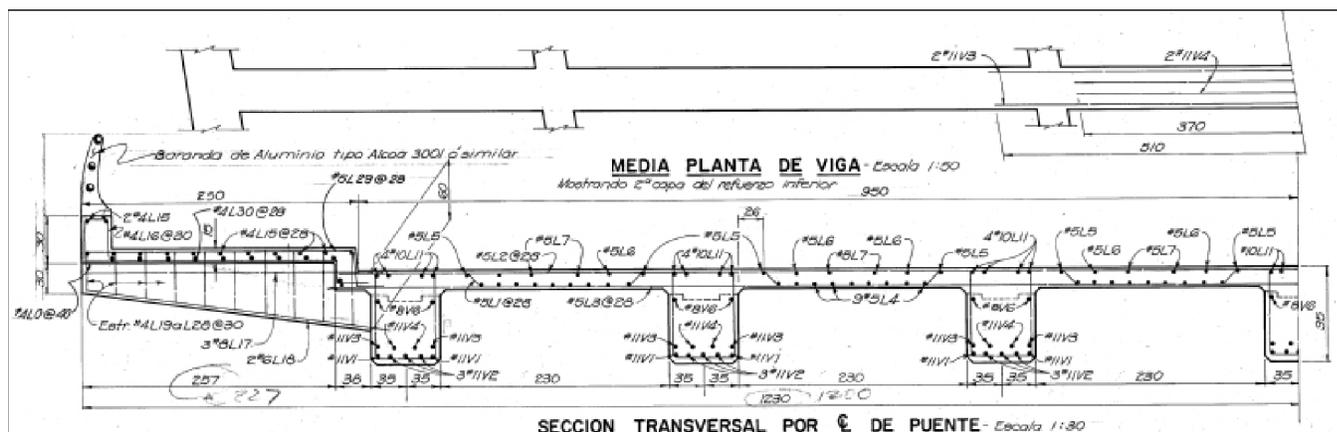


Figura 5: Media sección transversal del puente La Salle por línea centro del puente



3.1.3 Evaluación del estado actual

La evaluación del estado actual del puente La Salle se realizó considerando la inspección visual de los elementos que conforman la estructura y las pruebas de compresión simple realizadas a 2 núcleos de concreto extraídos de la losa y de una columna.

En las secciones 3.1.3.1 y 3.1.3.2 se presenta el resumen de los resultados de las inspecciones visuales de los diferentes elementos. En la sección 3.1.3.3 se muestra los resultados obtenidos para las pruebas realizadas a los núcleos de concreto extraídos de los elementos.

3.1.3.1 Superestructura

Losa

Es una losa monolítica colada in situ unida a las vigas por medio de llaves de corte y acero pasando. En la cara inferior se aprecia fisuramiento cuadrícula debido a flexión primaria y secundaria, el cual compromete el estado de seguridad. En las zonas de apoyo de las vigas no se observan grietas debidas a

concentración de esfuerzos o problemas de apoyado. En la cara superior se observa un nivel de deterioro importante en forma de fisuramiento superficial generalizado y aleatorio, debido probablemente a la colocación del acero cerca de la superficie y una posible retracción plástica inicial. En las figuras 6 y 7 se puede observar el fisuramiento en la cara superior de la losa y en las figuras 8 y 9 el fisuramiento en la cara inferior.

Figura 6: Fisuras en la cara superior de la losa



Figura 7: Fisuras en la cara superior de la losa



Figura 8: Fisuras en la cara inferior de la losa



Figura 9: Deterioro en la cara inferior de la losa



En las zonas de las aceras existen grietas por retracción con anchos superiores a los 0.50 mm. Además se observa una deflexión importante en el extremo del voladizo de las aceras, la cual provoca la acumulación de agua en estas zonas. En las figuras 10 y 11 se muestra el deterioro de las aceras.

Figura 10: Deterioro en la losa de las aceras



Figura 11: Acumulación de agua en las aceras



Tragantes

En las figuras 12 y 13 se observa como los tragantes se encuentran completamente obstruidos.

Figura 12: Obstrucción de los tragantes



Figura 13: Obstrucción de los tragantes



Barandas

El puente tiene barandas de aluminio colocadas sobre un murete de concreto. Las conexiones son atornilladas. Las barandas se encuentran en buen estado (figura 14), no presenta corrosión en la mayoría de sus elementos.

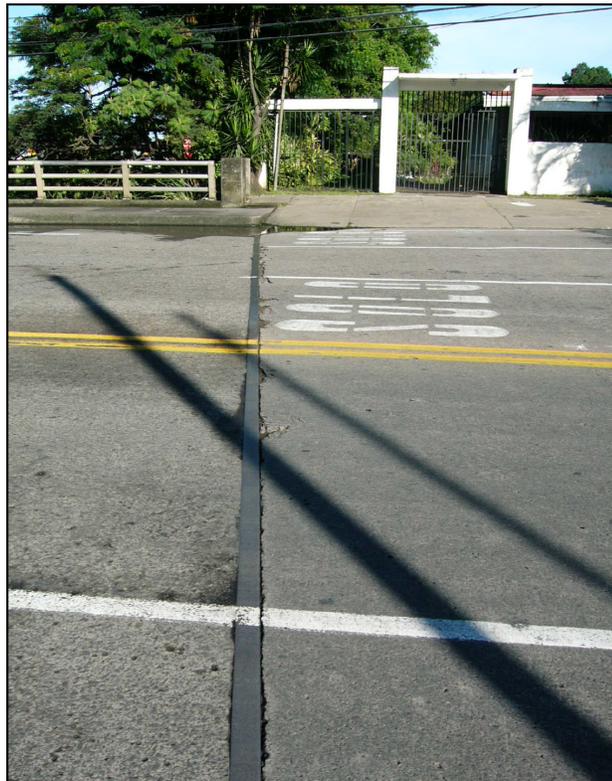
Figura 14: Estado de las barandas



Juntas

La superestructura es continua, solamente existen juntas de movimiento en los ejes de los bastiones. Las juntas son de tipo elastomérico con angulares de acero. Se observa un estado de deterioro leve por la pérdida de concreto en algunos puntos (Figura 15).

Figura 15: Estado de las juntas de movimiento



Vigas

Son vigas de sección variable de concreto reforzado y presentan grietas importantes de flexión y de cortante a todo lo largo. En las zonas cercanas a los nudos existe una mayor concentración de fisuras (Ver figura 16, 17 y 18). Para la condición de carga permanente muestra una contra flecha. Se aprecian manchas en las caras de las vigas ocasionadas por la filtración del agua a través de la losa (figura 19).

Figura 16: Fisuras por flexión y por cortante en las vigas



Figura 17: Fisuras por flexión y por cortante en las vigas



Figura 18: Fisuras por flexión y por cortante en las vigas



Figura 19: Manchas por filtración de agua



Diafragmas

Los diafragmas centrales no muestran ningún tipo de deterioro. El estado de los diafragmas en las conexiones con los bastiones es satisfactorio y no muestran grietas.

3.1.3.2 Subestructura

La subestructura del puente La Salle la constituyen las columnas intermedias de sección variable de los marcos de concreto colado en sitio. Poseen llaves de corte y acero pasando para generar la unión con las vigas de concreto.

Pilas

Son pilas de concreto colado en sitio con resistencias de 210 kg/cm² armadas con acero grado 40. Las pilas tienen sección reducida en la fundación para disminuir las demandas sobre la misma. Los elementos tienen un estado favorable, ya que no hay evidencia de daños o deterioro. Se observan manchas por la circulación del agua a través de la losa y los tragantes. Como defecto general se observa la suciedad ocasionada por envejecimiento, pintadas y carteles (figura 20).

Figura 20: Estado de las columnas



Uniones viga-columna

En las uniones viga-columna en los ejes Norte y Sur se observan grietas en la cara cercana al nudo (figura 21). En las caras horizontales no se aprecia ningún tipo de fisuramiento.

Figura 21: Uniones viga-columna



Fundaciones

La evaluación del estado de las fundaciones queda fuera del alcance de la investigación, pero es importante indicar que no se observan hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas.

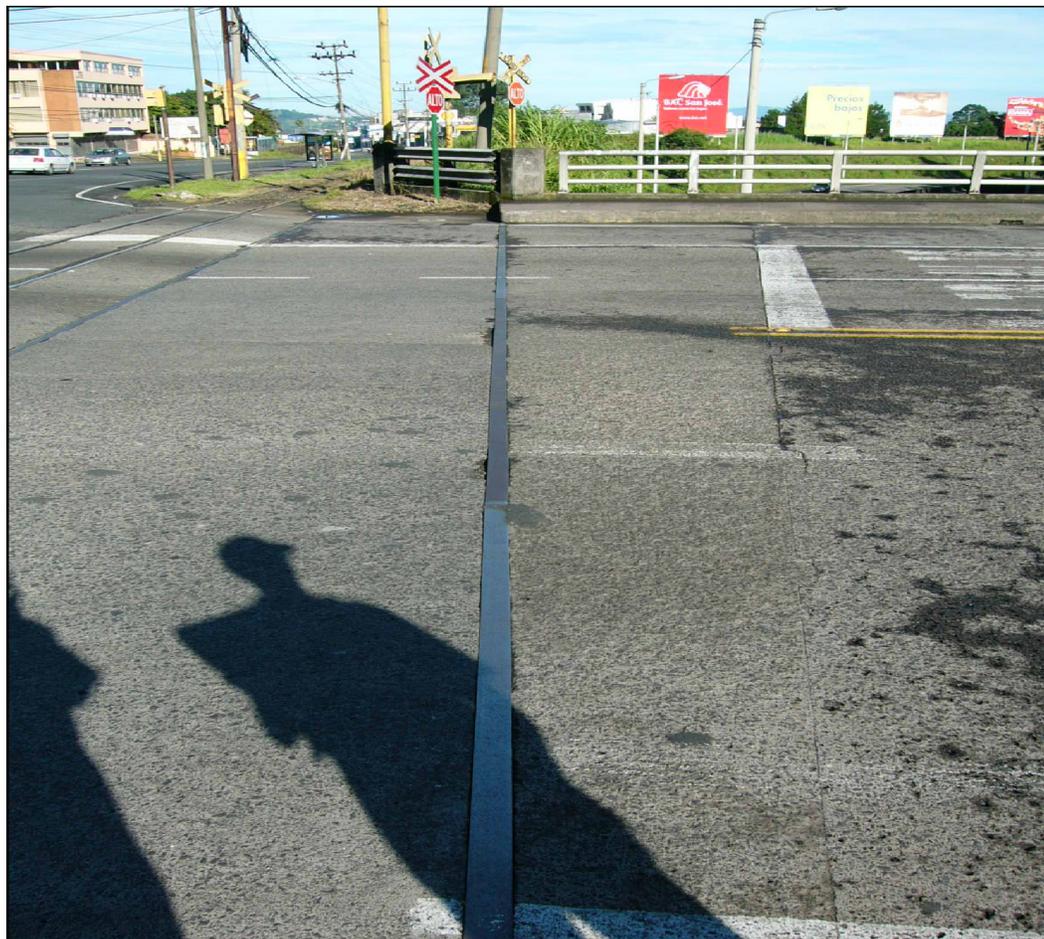
Accesos

El puente tiene dos rellenos de acceso en los cuales se distinguen dos elementos estructurales: muros de retención y losa de rodamiento.

Los muros de retención se encuentran en buen estado, no se evidencia desplome de las paredes verticales y sólo se aprecia fisuramiento leve ocasionado por retracción.

La losa de rodamiento es de concreto reforzado. No se observan asentamientos o distorsiones en los rellenos de aproximación y la losa no muestra niveles de deterioro importantes, como se puede observar en la figura 22.

Figura 22: Estado de los rellenos de aproximación



3.1.3.3 Extracción de núcleos de concreto

Con el propósito de determinar si el puente en su estado actual puede soportar las cargas a las que se ve sometido se estimó la resistencia del concreto de los elementos a partir de tres núcleos de concreto. En la tabla siguiente se presenta la identificación dada a los núcleos y el lugar de extracción.

Tabla 1: Identificación de los núcleos de concreto

Muestra	Espécimen	Lugar de extracción
0673-06	A-1	Acera
0673-06	A-2	Acera
0673-06	B	Columna

A cada uno de los especímenes se les realizó la prueba de Compresión de Núcleos siguiendo la Norma ASTM C42. Las pruebas se efectuaron en el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) y los resultados se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados de la prueba de compresión de los núcleos de concreto

Espécimen	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Lugar de extracción
A-1	241	Acera
A-2	203	Acera
B	319	Columna

A continuación se presenta el Informe de los resultados de las pruebas.

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO
PRUEBA DE COMPRESION DE NUCLEOS
ASTM C 42

FECHA: 04 de Octubre de 2006
PROYECTO: UCR Taller de Diseño

INFORME N°: LM-IC-I-0-06
N° LANAMME: 0673-06

FECHA DE RUPTURA: 06/10/04
EDAD (días): no reportada

MUESTRA: Núcleos de concreto
A extraídos de acera, identificados como L.Acera
B extraído de columna de puente
Puente a desnivel -- Sabana Sur

Especimen No.	Altura L (cm)	Diám. D (cm)	Relac. L/D	Area (cm ²)	Resistencia a la compresión		Observaciones
					(MPa)	(kg/cm ²)	
A-1	8,2	7,1	1,1	39,5	23,66	241	L acera -presenta fisura
A-2	14,1	7,1	2,0	39,4	19,92	203	L acera
B	14,2	7,1	2,0	39,5	31,28	319	Columna puente

NOTAS:

- Los valores de esfuerzo han sido corregidos de acuerdo a la corrección por longitud según ASTM C-42
- Este informe final de resultados, no constituye un certificado de calidad.



3.2 Puente sobre el río Tiribí

3.2.1 Descripción general

Puente con vigas de platina de acero de sección variable con acción compuesta en las secciones de momento positivo. Está formado de tres tramos, un tramo central de 44 m y dos tramos laterales cada uno de 26 m. Tiene una superestructura continua para el desarrollo de los momentos negativos sobre los apoyos en pilas. El tramo central es articulado, por lo que se divide en una sección de 30 m simplemente apoyada y en cada extremo voladizos de 7 m.

Claro: 96.00 m

Ancho: 20.02 m

Fecha de construcción: 1973

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 23: Puente sobre el río Tiribí



3.2.2 Geometría

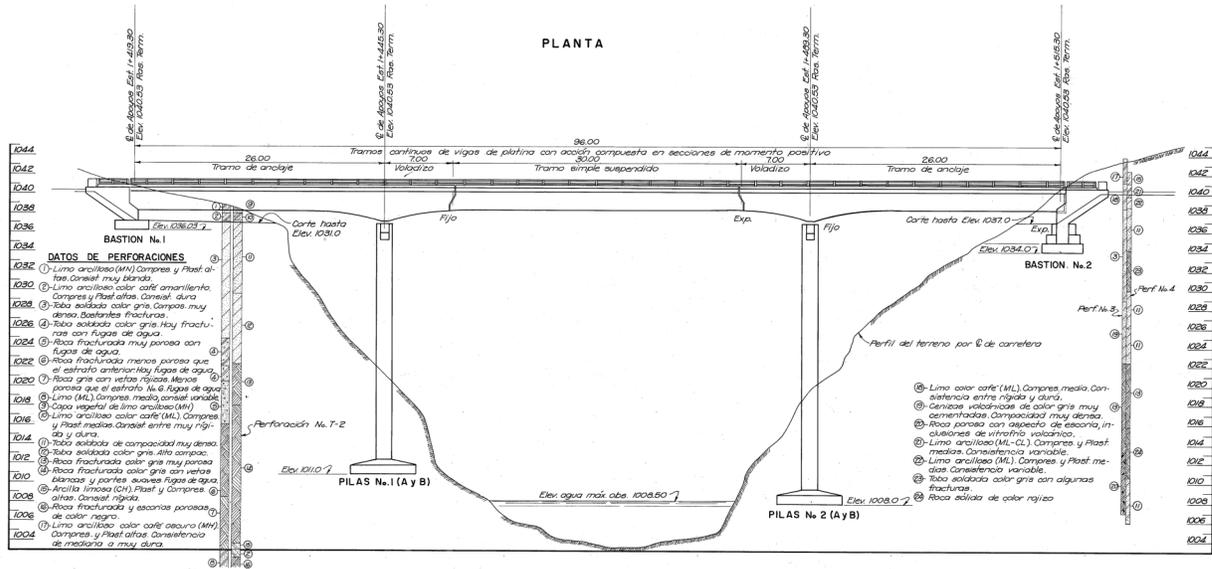


Figura 24: Elevación del puente sobre el río Tiribí

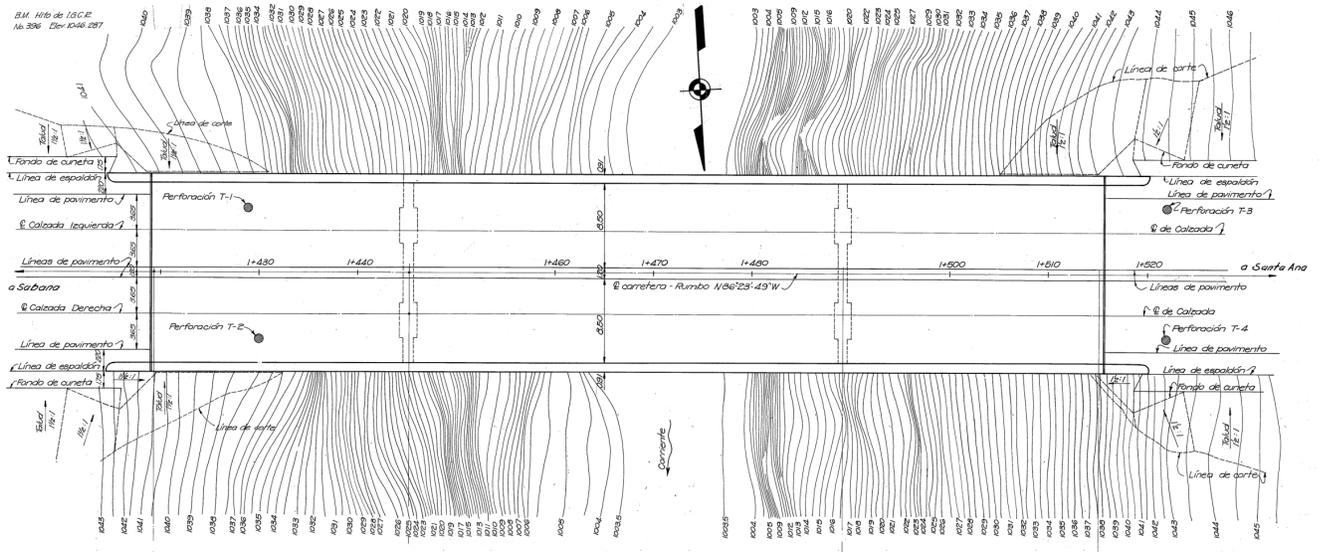


Figura 25: Planta del puente sobre el río Tiribí

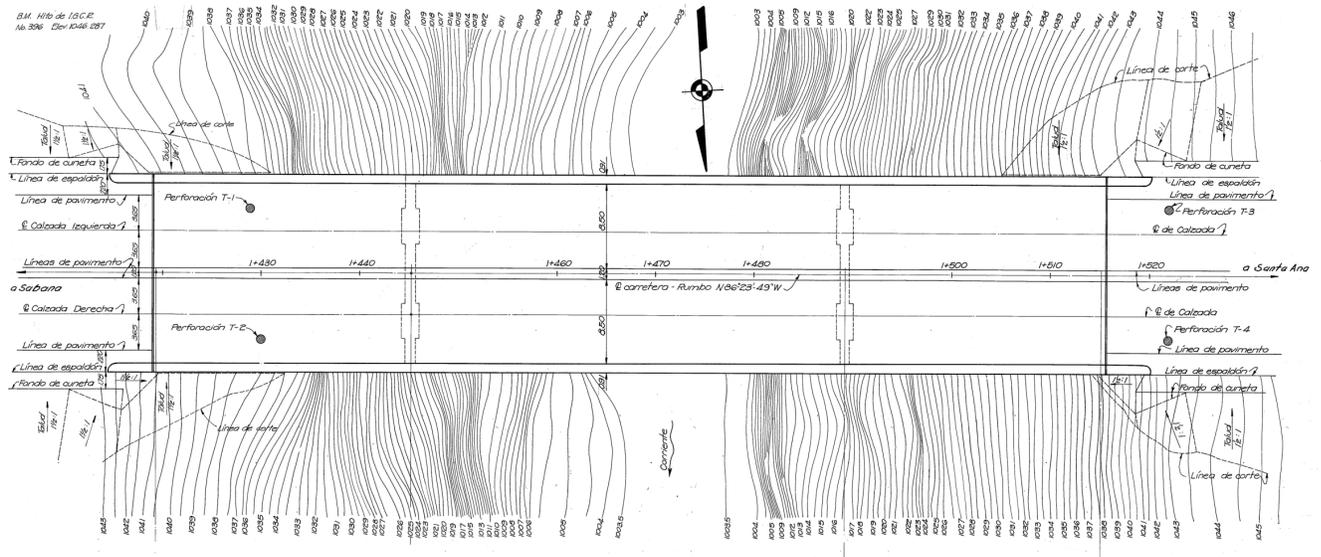


Figura 26: Sección transversal en el centro del puente sobre el río Tiribí

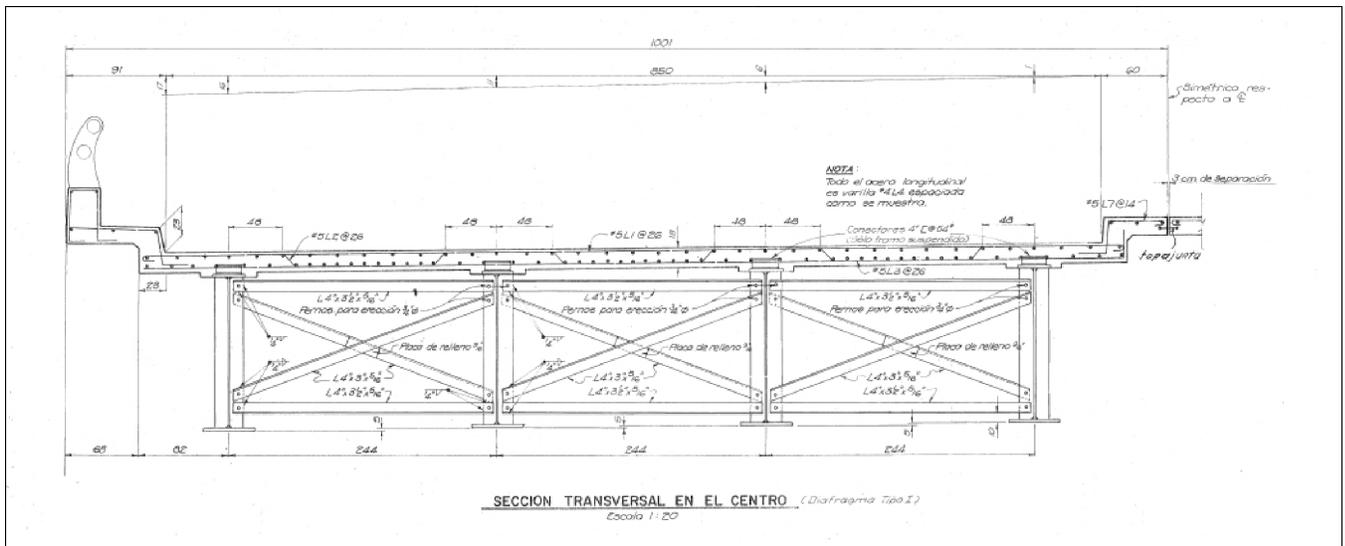
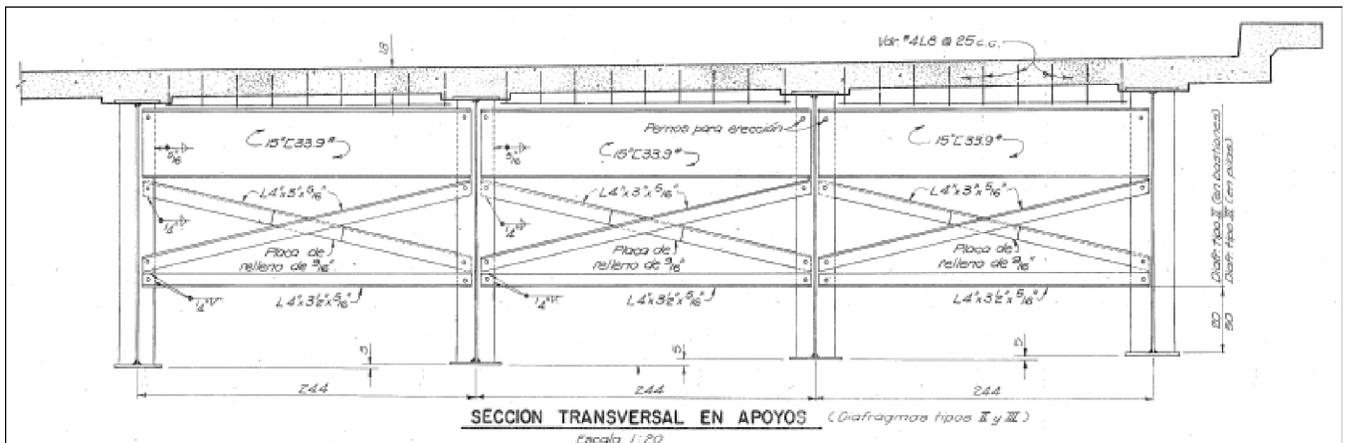


Figura 27: Sección transversal en apoyos del puente sobre el río Tiribí



3.2.3 Evaluación del estado actual

Para determinar el estado actual de la estructura es necesario recordar que el puente sufrió el efecto de dos incendios: el primero en 1998 (el más severo) y el segundo en febrero del 2005.

3.2.3.1 Superestructura

Losa

Es una losa de 18,0 cm colada in situ. Se observa gran cantidad de fisuras por retracción (figuras 28 y 29), afectadas probablemente por la presencia del acero de refuerzo cerca de la superficie. Esta situación es más crítica en el puente Sur. En la cara superior se presenta el mayor estado de fisuramiento.

Figura 28: Estado de la losa de rodamiento

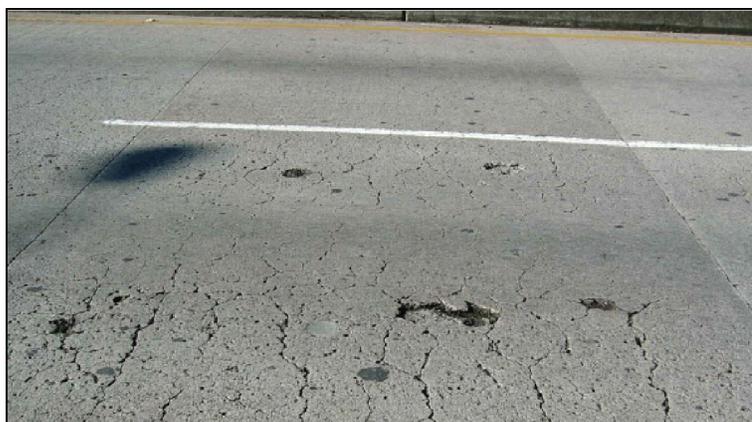
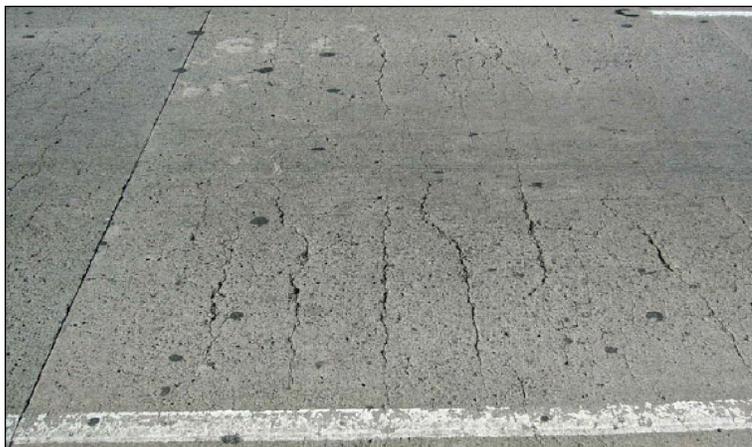


Figura 29: Agrietamiento de la losa de rodamiento



En las zonas donde se presentó el incendio se observa el mayor grado de deterioro, pero en el resto del puente la concentración de grietas estructurales no es despreciable. Existen zonas con un nivel de deterioro muy avanzado y crítico en donde la matriz de concreto está completamente destruida, como se muestra en la figura 30.

Figura 30: Destrucción de la matriz de concreto



Barandas

En los planos se muestran barandas tipo Alcoa, pero en la actualidad el puente carece de barandas (figura 31), por lo que es necesario restituirlas en el menor plazo posible.

Figura 31: Estado de las barandas



Juntas

La estructura es parcialmente continua, existen juntas de movimiento en los ejes de los bastiones y en los ejes de las pilas. Las juntas son de tipo elastomérico con angulares de acero y muestran un alto grado de deterioro, como se puede observar en las figuras 32(junta en bastión) y 33(junta en pila). Es necesario reponer el material de juntas para que el funcionamiento sea satisfactorio.

Figura 32: Juntas de movimiento bastión Noroeste



Figura 33: Juntas de movimiento zona de pilas



Vigas

Son vigas de acero de sección variable. En algunas zonas afectadas por los incendios se observa el alabeo del patín superior (figura 34), situación que provoca la separación de la losa y con el paso de los vehículos se produce golpeteo entre la losa y las vigas. Se colocaron pernos de conexión para corregir el problema pero aún persiste.

Figura 34: Alabeo del patín superior de la viga



La pintura de protección está deteriorada y en algunas zonas es inexistente, principalmente en el tramo Oeste del puente. En el tramo Este se pintaron algunos elementos después del incendio de 1999, pero aún se aprecian zonas de las vigas y diafragmas que carecen de la pintura requerida. Se observa la deformación del alma de las vigas fuera del plano, ocasionada por la acción simultánea de las cargas aplicadas y las altas temperaturas sufridas.

Diafragmas

Los diafragmas centrales se encuentran en buen estado y en los elementos no se distingue la presencia de fisuras por fatiga o pandeo (figura 35). Se requiere pintar los elementos para garantizar su estado futuro.

Figura 35: Estado de los diafragmas de conexión en los bastiones



Apoyos

Los apoyos de las vigas principales en todos los tramos de la superestructura son de acero de tipo balancín. En los apoyos de las pilas (figura 36) no se aprecian fallas por funcionamiento o daños en la conexión de las placas previstas en las vigas principales y en los cabezales. Se encuentran en general en buen estado. Los apoyos de los bastiones (figura 37) requieren reparación y limpieza debido a la acción del fuego.

Figura 36: Apoyo en la zona de las pilas



Figura 37: Apoyos en la zona de los bastiones



3.2.3.2 Subestructura

La subestructura está formada por dos ejes de pilas y dos bastiones de concreto colado en sitio.

Pilas

De acuerdo con los planos son pilas de concreto con resistencia de 210 kg/cm². Ambas pilas (Este y Oeste) son columnas en voladizo en las direcciones longitudinal y transversal (figuras 38 y 39).

Figura 38: Pilas de concreto



Figura 39: Pilas de concreto



Bastiones

Son bastiones de tipo superficial apoyados sobre gravas y en la dirección transversal constituyen un muro de corte de grandes dimensiones. Ambos bastiones presentan un nivel de deterioro leve con fisuramiento principalmente en las zonas de apoyo de las vigas (figura 40). En ambos bastiones se observa el flujo permanente de agua (figura 41) a través del muro y de la losa superior, situación que aumenta la velocidad de deterioro de las placas de apoyo de las vigas.

Figura 40: Fisuramiento en los bastiones



Figura 41: Flujo de agua en los bastiones



Los dos bastiones están actualmente habitados. No es posible verificar el estado actual de las fundaciones de los bastiones porque prácticamente todo el bastión está enterrado.

Fundaciones

Dentro del alcance de esta investigación no se incluye la evaluación del estado de las fundaciones. Sin embargo, se debe mencionar que no se aprecian hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas, tanto en los bastiones como en las pilas.

Accesos

Las losas de aproximación en ambos extremos del puente presentan un alto grado de agrietamiento (figura 42), producto probablemente de la falla de la base. Es necesario reparar los accesos al puente.

Figura 42: Losa de acceso Este



3.3 Puente Intersección Escazú

3.3.1 Descripción general

Paso superior en curva con estructura continua en concreto reforzado y vigas de sección variable. Cuenta con tres tramos, un marco rígido central de 25 m y dos extremos en voladizo de 6 m cada uno. En la figura 43 se muestra una vista general del puente.

Claro: 37.00 m

Ancho: 24.00 m

Fecha de construcción: 1974

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 43: Puente intersección Escazú



3.3.2 Geometría

Figura 44: Elevación puente Escazú

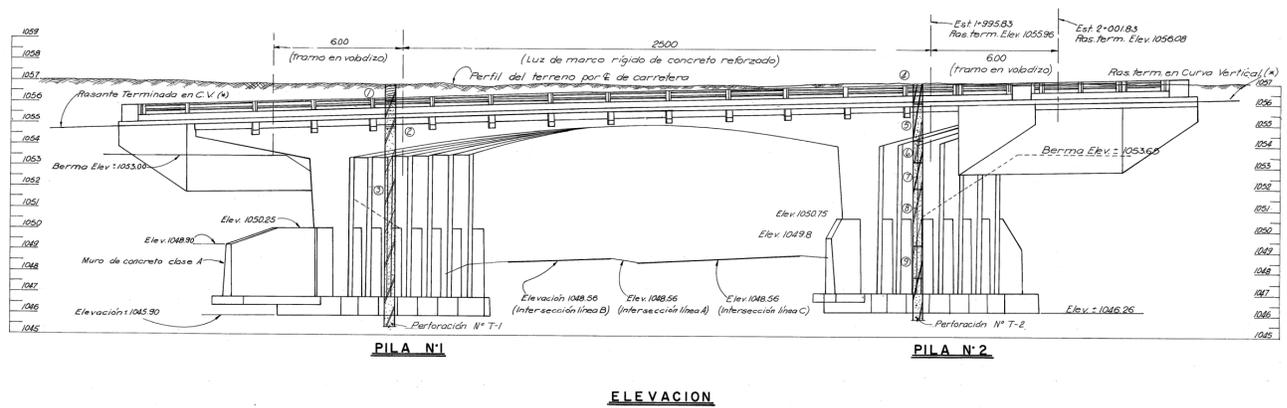


Figura 45: Planta puente Escazú

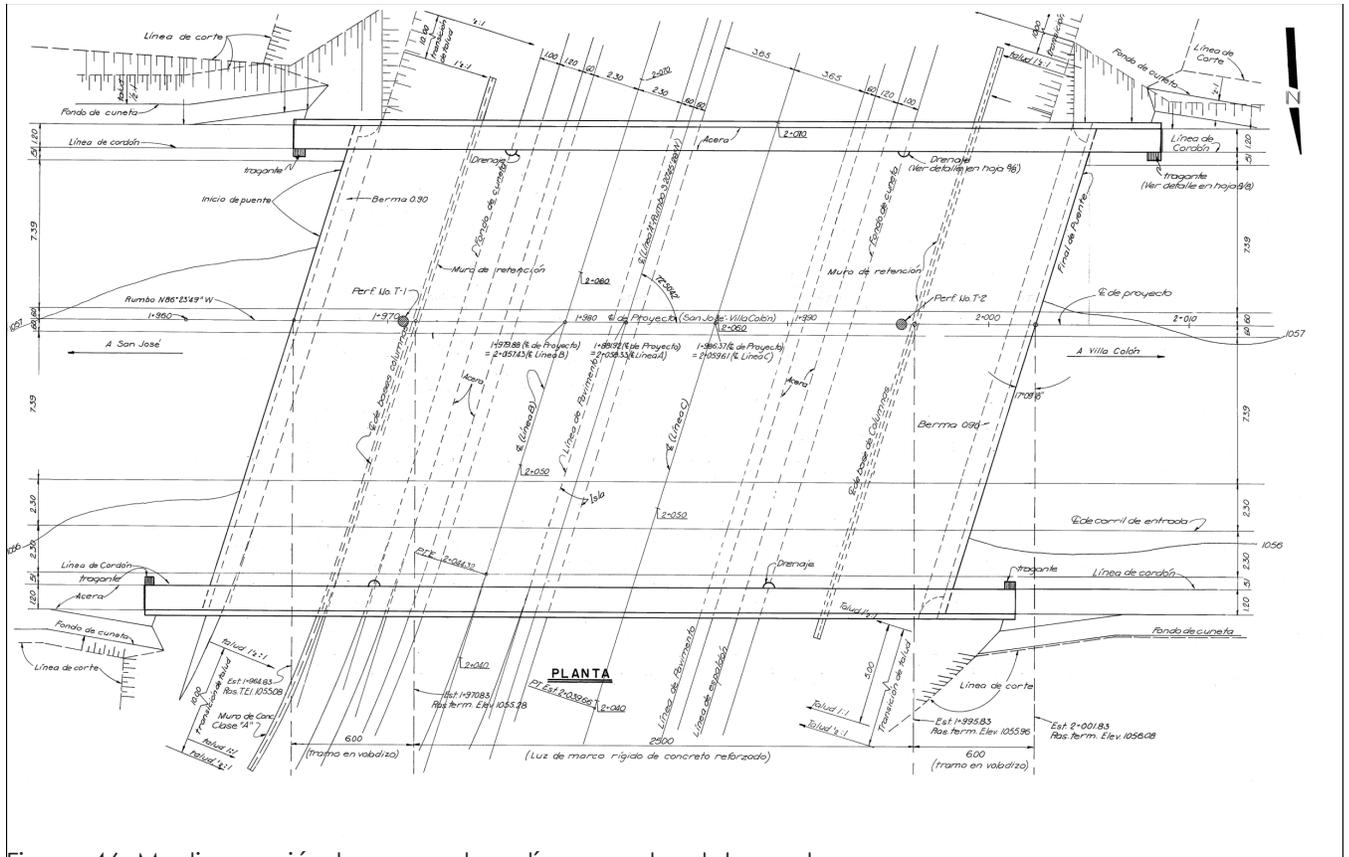


Figura 46: Media sección transversal por línea centro del puente

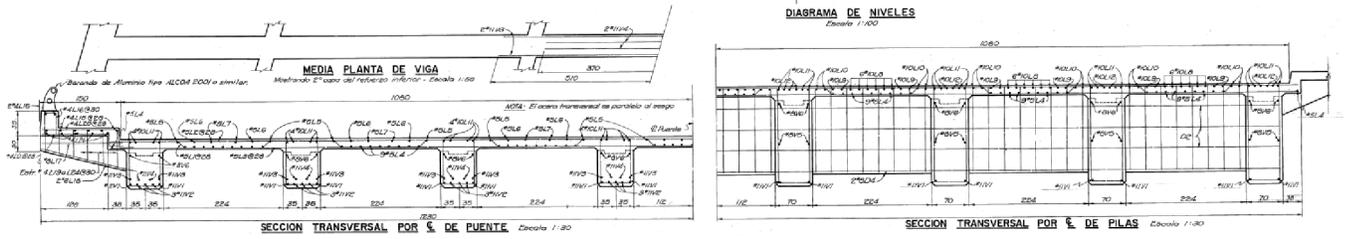
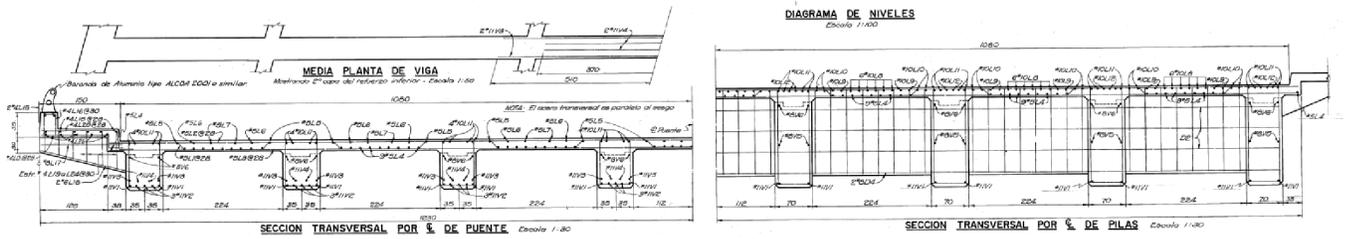


Figura 47: Media sección transversal por línea centro de las pilas



3.3.3 Evaluación del estado actual

3.3.3.1 Superestructura

Losa

La losa de rodamiento es una losa monolítica colada en sitio que se une a las vigas principales por llaves de corte y acero pasando. En la cara inferior se observan fisuras por flexión primaria y secundaria siguiendo un patrón cuadrícula que comprometen su estado de seguridad (figura 48). En varios tramos de la losa se aprecian reparaciones anteriores de las fisuras realizadas por medio de inyecciones (figura 49).

Figura 48: Fisuras en la cara inferior de la losa



Figura 49: Reparación de fisuras en la cara inferior de la losa



La cara superior muestra un deterioro importante, ya que presenta fisuramiento superficial generalizado a lo largo del puente. El patrón de fisuramiento superficial es aleatorio (figura 50) y puede deberse a la colocación superficial del acero y a una posible retracción plástica inicial. Se observan a lo largo de todo el puente grietas transversales debidas a retracción.

Figura 50: Fisuras en la cara superior de la losa



En algunas zonas de la losa el acero estaba expuesto, como se muestra en las figuras 51 y 52, ya que por el estado de fisuramiento se había perdido el concreto. Actualmente no se observa el acero expuesto porque se colocó mezcla asfáltica para reparar los agujeros de la losa, como se muestra en la figura 53.

Figura 51: Pérdida parcial del concreto y exposición del acero principal



Figura 52: Pérdida parcial del concreto en la losa y exposición del acero principal



Figura 53: Acero expuesto cubierto con asfalto



En las losas de las aceras no se aprecian distorsiones, deflexiones o grietas por retracción importantes (figura 54).

Figura 54: Estado de las aceras y de las barandas



Barandas

De acuerdo con los planos deberían existir barandas de aluminio atornilladas a un murete de concreto, pero han sido sustraídas en su totalidad, como se muestra en la figura 54.

Juntas

La estructura es continua, por lo que sólo existen juntas de movimiento en los ejes de los bastiones. Las juntas son de tipo "elastomérico" con angulares de acero. Existe un deterioro leve en las juntas ocasionado por la pérdida de concreto en algunos puntos. Se ha perdido completamente la canoa colectora del agua superficial por lo que existe un flujo continuo de agua durante la época lluviosa. En la figura 55 se puede observar el deterioro de las juntas de movimiento.

Figura 55: Deterioro de las juntas de movimiento



Vigas

Las vigas principales tienen sección variable y no presentan grietas por flexión o por cortante. Se observan sólo fisuras leves por contracción y fisuras menores reflejo del acero longitudinal. En algunos sectores existen manchas en las caras de las vigas producto de la filtración del agua y de reparaciones anteriores, como se muestra en las figuras 56 y 57.

Figura 56: Manchas ocasionadas por la filtración de agua



Figura 57: Manchas en las vigas principales debidas a la filtración del agua



Diafragmas

Los diafragmas centrales no muestran ningún deterioro, fisuras o grietas. El estado de los diafragmas en las conexiones con los bastiones es satisfactorio y no presentan grietas.

3.3.3.2 Subestructura

La subestructura está formada por las columnas intermedias de sección variable de los marcos. Son columnas de concreto colado en sitio, poseen llaves de cortante y acero pasando para formar la unión con las vigas de concreto.

Pilas

De acuerdo con los planos, las pilas son de concreto colado en sitio con resistencia de 210 kg/cm², armadas con acero grado 40. Tienen sección reducida en la fundación para disminuir las demandas sobre la misma. Los elementos poseen un estado favorable, ya que no hay evidencia de daños o deterioro (figura 58). Se observan manchas por la circulación del agua a través de la losa y los tragantes en algunos sitios. Como defecto general se observa la suciedad ocasionada por envejecimiento, pintadas y carteles.

Figura 58: Estado de las columnas del pórtico



Uniones viga-columna

En las uniones viga-columna en los ejes Norte y Sur se observan grietas en la cara cercana al nudo. En las caras horizontales no se aprecia ningún tipo de fisuramiento (figura 59).

Figura 59: Uniones viga-columna



Fundaciones

La evaluación del estado de las fundaciones queda fuera del alcance de la investigación, pero es importante indicar que no se observan hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas.

Accesos

El puente tiene dos rellenos de acceso. En los accesos existen dos elementos estructurales: muros de retención para confinar los rellenos y losas de aproximación.

Los muros se encuentran en buen estado, no se aprecia el desplome de las paredes verticales y el fisuramiento presente es leve y se debe más que todo a retracción.

Las losas de aproximación presentan un grado de deterioro alto (figuras 60 y 61) ocasionado por el asentamiento y las recompactaciones de los rellenos de aproximación. Los asentamientos han provocado la aparición de grietas importantes en las losas, por lo que algunas requieren reparación, sustitución parcial o sustitución total. En la figura 62 se puede observar como algunas de las fisuras en las losas de aproximación fueron rellenadas con mezcla asfáltica.

Figura 60: Estado de las losas de acceso



Figura 61: Estado de las losas de acceso



Figura 62: Relleno de las grietas en las losas de acceso con mezcla asfáltica



3.4 Puente sobre el río Agres

3.4.1 Descripción general

Puente en curva vertical simplemente apoyado con sesgo de 30 grados y compuesto de tres tramos: un tramo central de 45 m construido con vigas de platina de acero soldadas, otro tramo (hacia San José) de 19 m y el extremo derecho (hacia Caldera) de 22 m, ambos con vigas de concreto postensado sección "I".

Claro: 89.02 m

Ancho: 26.00 m

Fecha de construcción: No indicada

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 63: Puente sobre el río Agres



3.4.2 Geometría

Figura 64: Elevación del puente sobre el río Agres

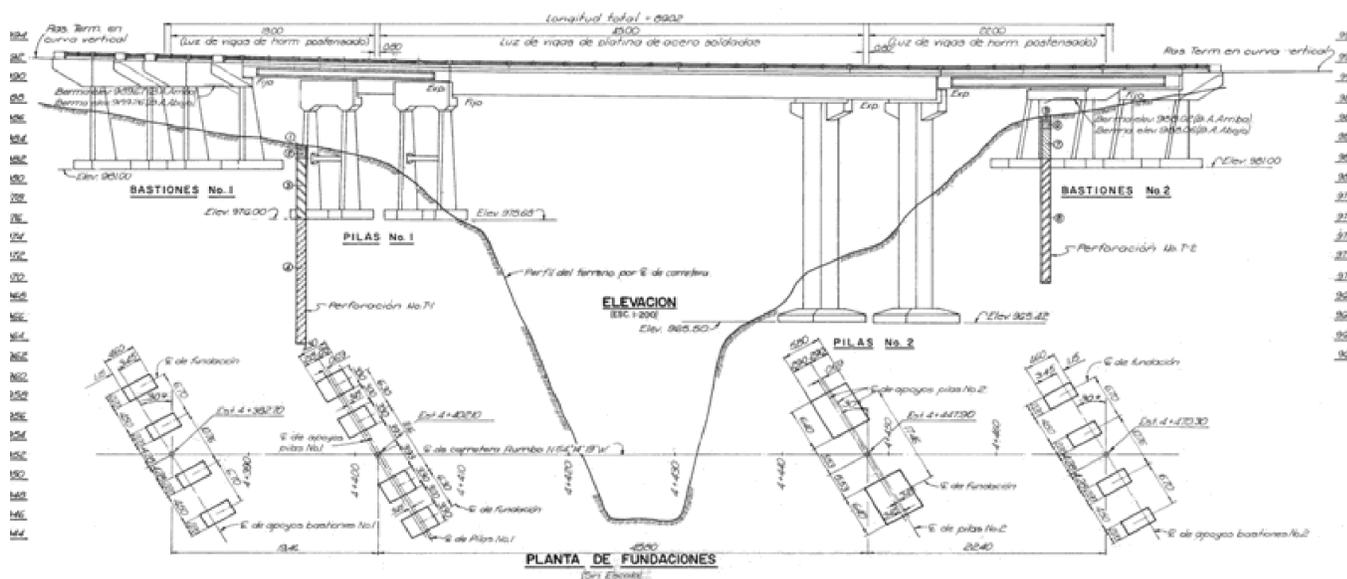


Figura 65: Planta del puente sobre el río Agres

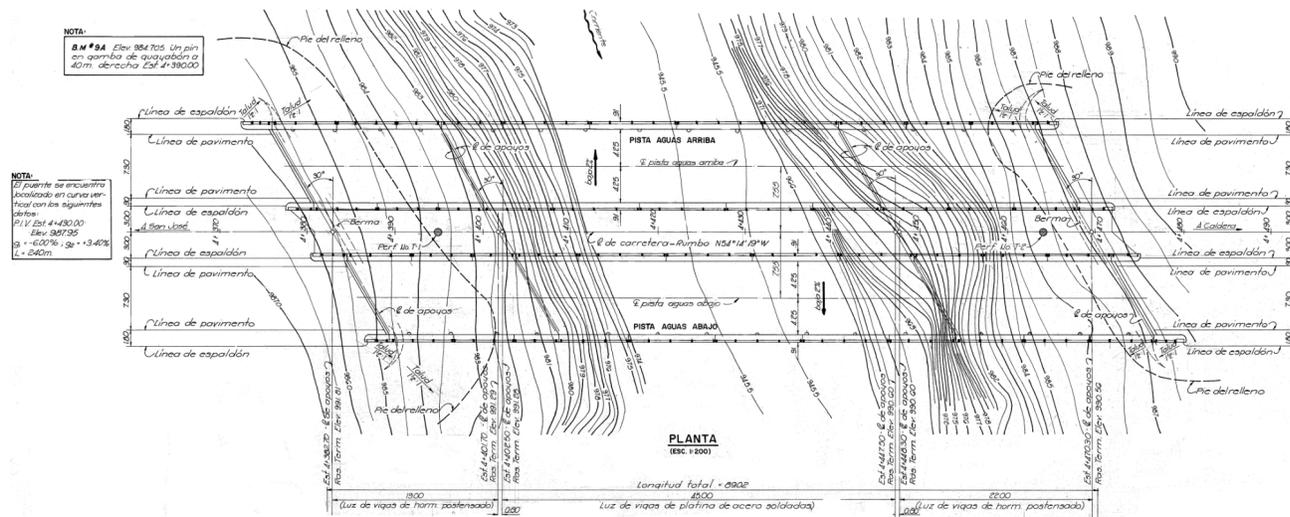


Figura 66: Sección transversal en el centro (Tramo de 45 m)

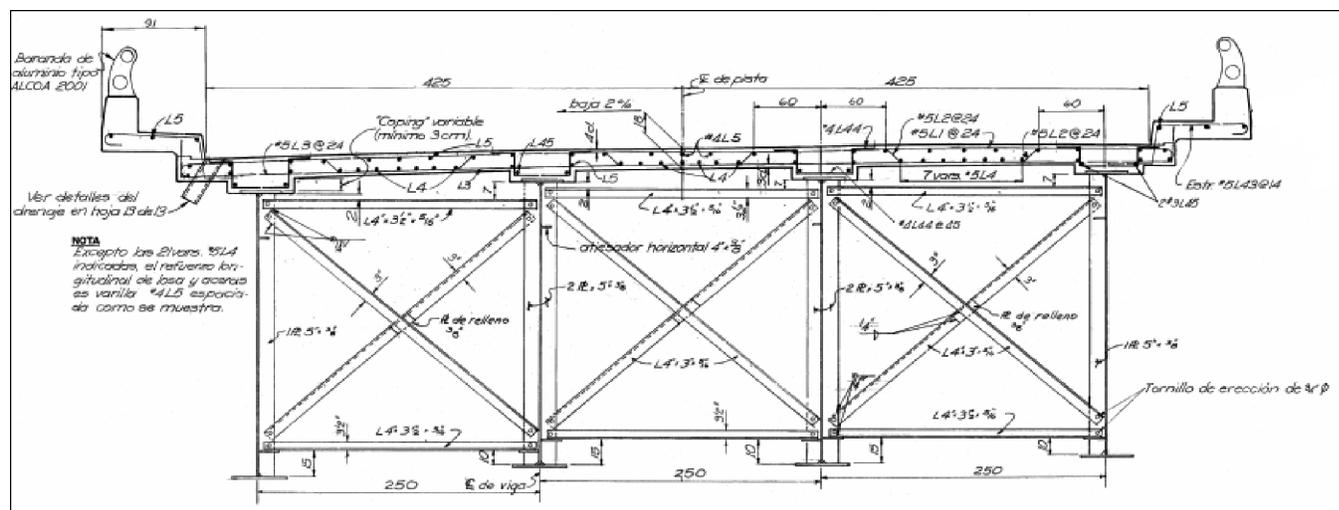


Figura 67: Sección transversal en los apoyos (Tramo de 45 m)

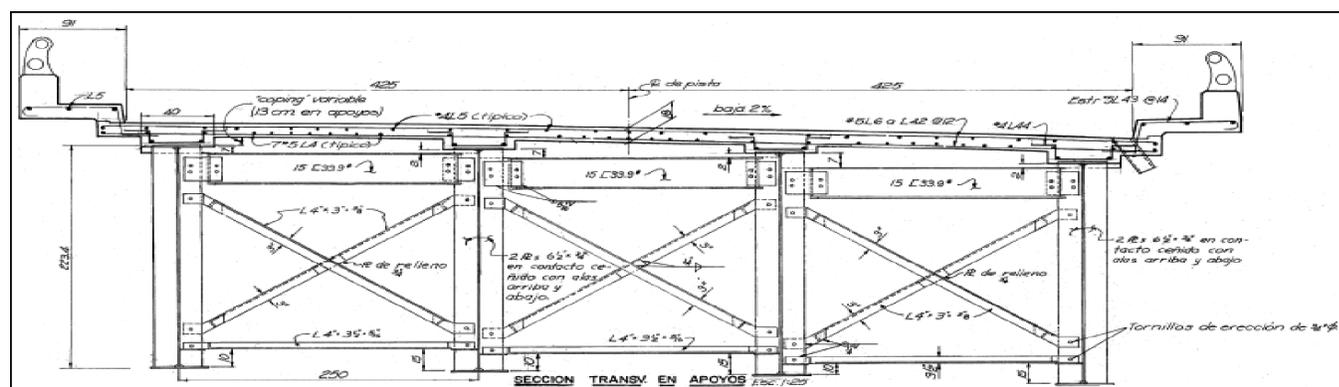


Figura 68: Sección transversal (tramo 22 m)

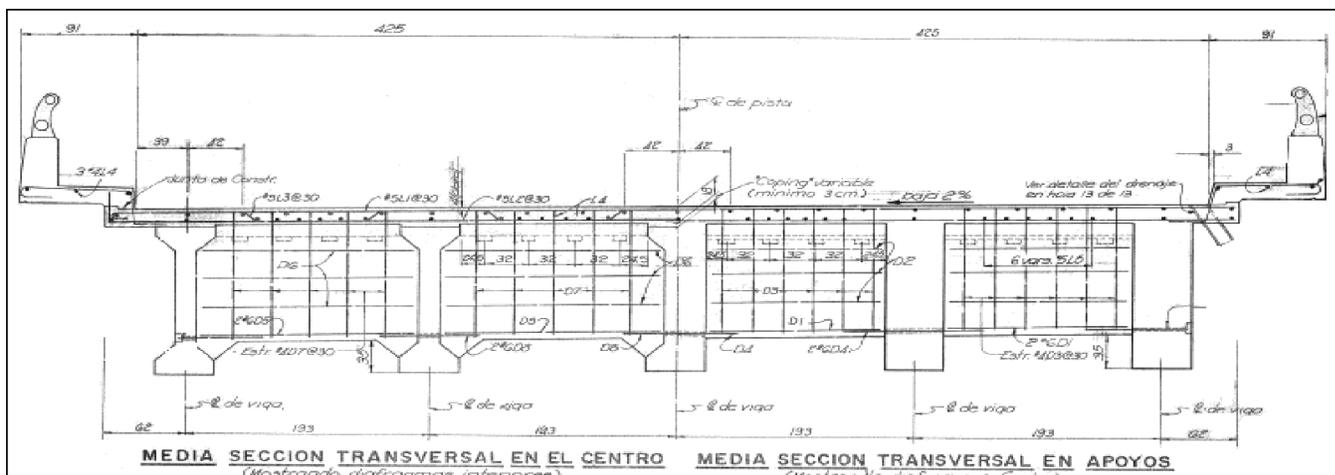
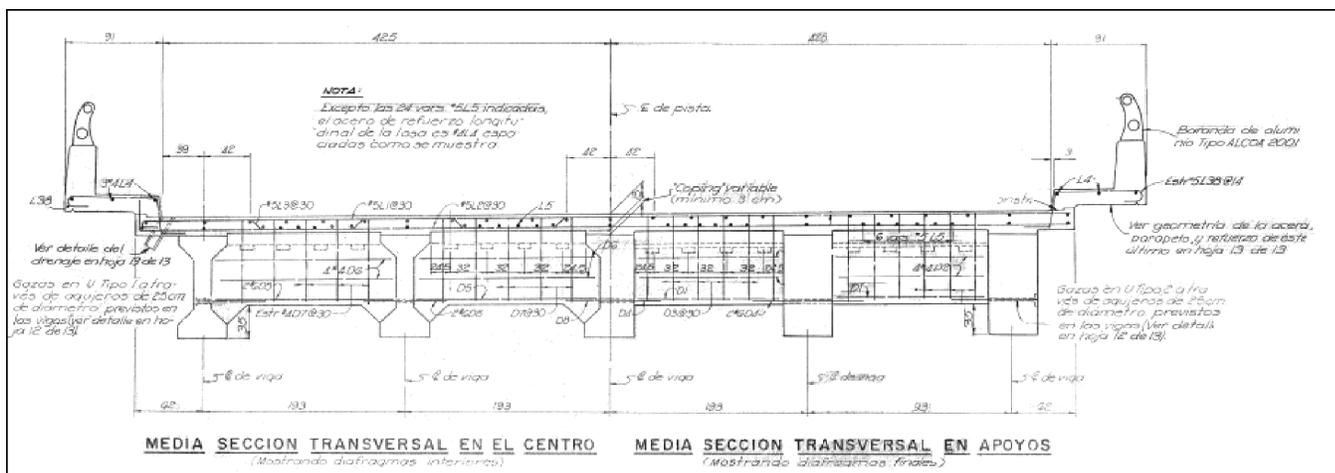


Figura 69: Sección transversal (tramo 19 m)



3.4.3 Evaluación del estado actual

3.4.3.1 Superestructura

Losa

El puente tiene una losa de rodamiento de 18.0 cm de espesor colada en sitio. En la cara inferior no se aprecian grietas estructurales ni manchas ocasionadas por la circulación del agua a través de la losa. El fisuramiento se presenta principalmente en la cara superior. En unos tramos el fisuramiento es despreciable, pero en otros existe un deterioro importante con fisuras de retracción afectadas probablemente por la presencia del acero cerca de la superficie. Este problema es más crítico en el puente Sur, donde la cantidad y el ancho de las fisuras son mayores que en el puente Norte (figuras 70 y 71).

Figura 70: Fisuramiento en la cara superior de la losa



Figura 71: Fisuramiento en la cara superior de la losa



Barandas

Las barandas se encuentran en buen estado en toda la longitud en ambos puentes, como se observa en la figura 72. Son de tipo “Flex Beam” con conexiones soldadas de placas de acero.

Figura 72: Estado de las barandas



Juntas

La superestructura no es continua y existen juntas de movimiento en los ejes de los bastiones y de las pilas. Las juntas son de tipo “elastomérico” con angulares de acero. El estado general de las juntas es satisfactorio a excepción del leve deterioro en la junta noroeste, donde se observa un incremento en el tamaño de la junta debido al asentamiento del relleno de aproximación (figura 74).

Figura 73: Estado de las juntas



Figura 74: Junta de movimiento bastión Noroeste



Vigas

Las vigas de concreto preesforzado en sección “I” se encuentran en excelente estado y no muestran ningún tipo de grietas (flexión o cortante). Las vigas de acero del tramo central se encuentran en buen estado, no presentan distorsiones en los patines, pérdida de estabilidad, núcleos o focos de corrosión. Tampoco se observan deflexiones importantes. No se aprecia pandeo o pérdida de los elementos rigidizadores de las vigas de acero. En las caras de las vigas no se observan manchas ocasionadas por la filtración del agua a través de la losa.

Diafragmas

Los diafragmas centrales están libres de fisuras o grietas. Los diafragmas en las pilas y bastiones tampoco muestran ningún deterioro. En los apoyos de las pilas, la meseta de apoyo tiene diferentes alturas de apoyo para las vigas de concreto y las vigas de acero (figura 75). No se aprecian los daños que pudieran ocurrir durante un sismo por golpes de las vigas de acero sobre los pedestales. En las figuras 76 y 77 se puede observar el estado de los diafragmas y de los rigidizadores.

Figura 75: Meseta de apoyo de las vigas (eje Sureste)



Figura 76: Estado de los diafragmas y rigidizadores



Figura 77: Estado de los diafragmas y de los rigidizadores



Apoyos

Los apoyos de las vigas de concreto son de tipo elastomérico reforzados con láminas de acero (figura 78). Los apoyos de las vigas de acero en el tramo central son balancines de acero (figura 79).

Ambos tipos de apoyos se encuentran en buen estado. No se aprecian fallas de aplastamiento en los neoprenos o en los balancines, pérdida de confinamiento de las placas de refuerzo o daños en la conexión de las placas previstas en las vigas principales o en los cabezales. Se puede considerar como un daño menor la deformación permanente en los pernos de anclaje de los apoyos elastoméricos, ya que no compromete la integridad de la estructura y no se ve la necesidad de sustituirlos.

Figura 78: Apoyos elastoméricos de las vigas de concreto



Figura 79: Apoyos de las vigas de acero



3.4.3.2 Subestructura

La subestructura del puente está formada por dos ejes de pilas de diferente configuración (figuras 80 y 81) y dos bastiones. Todos los elementos son de concreto colado en sitio.

Pilas

Las pilas son de concreto con resistencia de 210 kg/cm^2 . Las pilas del eje Este (figura 80) son columnas acopladas mediante vigas y las del eje Oeste (figura 81) son columnas huecas de gran peralte en voladizo.

Figura 80: Pilas eje Este



Figura 81: Pilas eje Oeste



Bastiones

Ambos bastiones son marcos de concreto con columnas de sección variable. No cuentan con pantallas de retención en la parte superior del cabezal. En el bastión Este existe un muro de retención para soportar el material de relleno porque se construyó una calle de acceso inferior (ver figura 82). Toda la subestructura está prácticamente enterrada por lo que no es posible verificar su estado actual. El bastión Oeste no cuenta con muros de retención y como está completamente cubierto no es posible realizar la auscultación de este elemento.

Figura 82: Bastión eje Este



Fundaciones

La evaluación del estado de las fundaciones está fuera del alcance de la evaluación, pero se debe señalar que no se aprecian hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas de los bastiones y las pilas.

Accesos

No se aprecian asentamientos en los accesos. El estado de los accesos es favorable para el funcionamiento y no se requiere ninguna reparación (figura 83).

Figura 83: Accesos al puente



3.5 Puente en la intersección de Multiplaza

3.5.1 Descripción general

Claro:

Ancho:

Fecha de construcción:

Carga de diseño:

Figura 84: Puente en la intersección de Multiplaza



3.5.2 Geometría

3.5.3 Evaluación del estado actual

3.5.3.1 Superestructura

Losa

No se puede verificar el estado de la cara superior de la losa porque existe un relleno de nivelación de gran espesor. No se aprecian asentamientos de la rasante superior (figura 85) y no es de esperar que exista diferencia con respecto al estado de la superficie inferior. No se observa flujo de agua a través de la losa superior.

Figura 85: Estado de la rasante superior



Barandas

Tiene barandas del tipo New Jersey en el extremo de los taludes de remate del relleno superior. Las barandas se encuentran en buen estado excepto dos de ellas, las cuales presentan el acero expuesto (Figura 86). El daño se produjo probablemente cuando se colocó la tubería que está soportada en la parte inferior de las barandas (Figura 87).

Figura 86: Daño en las barandas



Figura 87: Tubería soportada en la parte inferior de las barandas



Juntas

El relleno sobre el puente y los accesos es continuo, por lo que el paso superior no requiere juntas de movimiento.

Vigas

Algunas de las vigas "Te" presentan el acero principal expuesto (cables de postensión de 1/2" de diámetro), probablemente a causa del golpe de algún vehículo de gran altura (ver figuras 88 y 89). Aunque los cables no tienen recubrimiento no están reventados y por lo tanto preservan su fuerza de preesfuerzo.

Figura 88: Deterioro en las vigas y cables de preesfuerzo expuestos



Figura 89: Cables de preesfuerzo expuestos en las vigas



3.5.3.2 Subestructura

Por las características de la estructura, las paredes verticales del cajón forman la subestructura. No se observan fisuras estructurales que puedan comprometer o disminuir la capacidad de los elementos, por lo que el estado general es satisfactorio. Se observan daños o deterioros de tipo secundario como son las fisuras por retracción del concreto en las esquinas coladas en sitio en donde se aprecian repellos de resane (Figura 90).

Figura 90: Fisuras en junta esquinera



Fundaciones

No es posible auscultar la fundación porque se encuentra a una profundidad promedio de 1.50 m. Ya que los muros se encuentran en buen estado, se espera que las fundaciones también lo estén.

Accesos

Los accesos superior (figura 91) e inferior (figura 92) se encuentran en buen estado, no se aprecian asentamientos o distorsiones en el terreno o en los rellenos. No existe el problema de cedencia del terreno que soporta los aletones, por lo que no se observan fisuras o grietas ocasionadas por el movimiento de los mismos. El puente no cuenta con losas de acceso.

Figura 91: Acceso superior



Figura 92: Acceso inferior



3.6 Puente sobre el río Corrogres

3.6.1 Descripción general

Puente simplemente apoyado de dos tramos, uno de 22 m y el otro de 15 m, cada uno con cinco vigas postensadas de concreto sección "I" espaciadas 1,93 m.

Claro: 37.00 m

Ancho: 10.32 m

Fecha de construcción: 1976

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 93: Puente sobre el río Corrogres



3.6.2 Geometría

Figura 94: Planta y sección transversal del tramo de 22 m

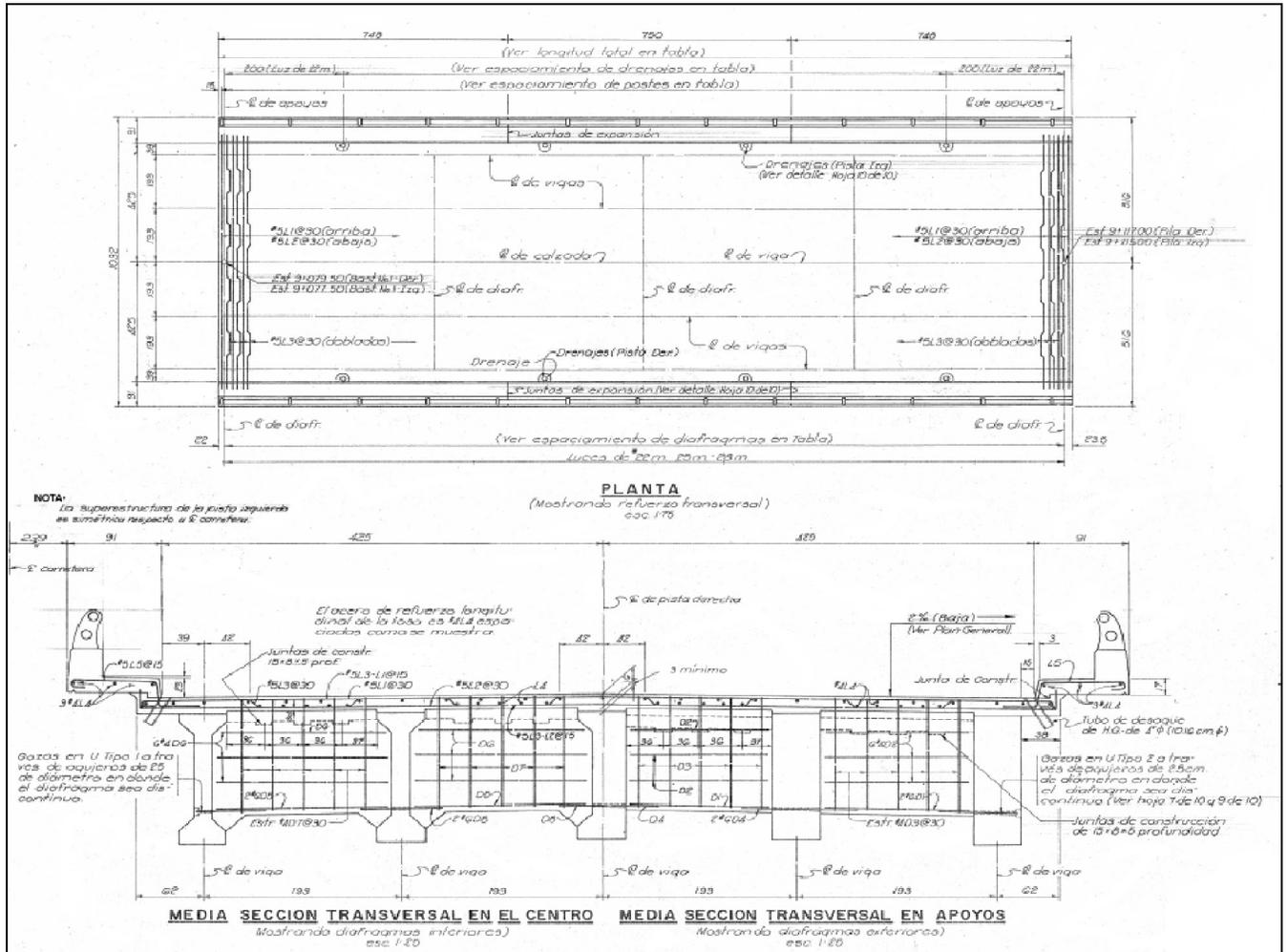
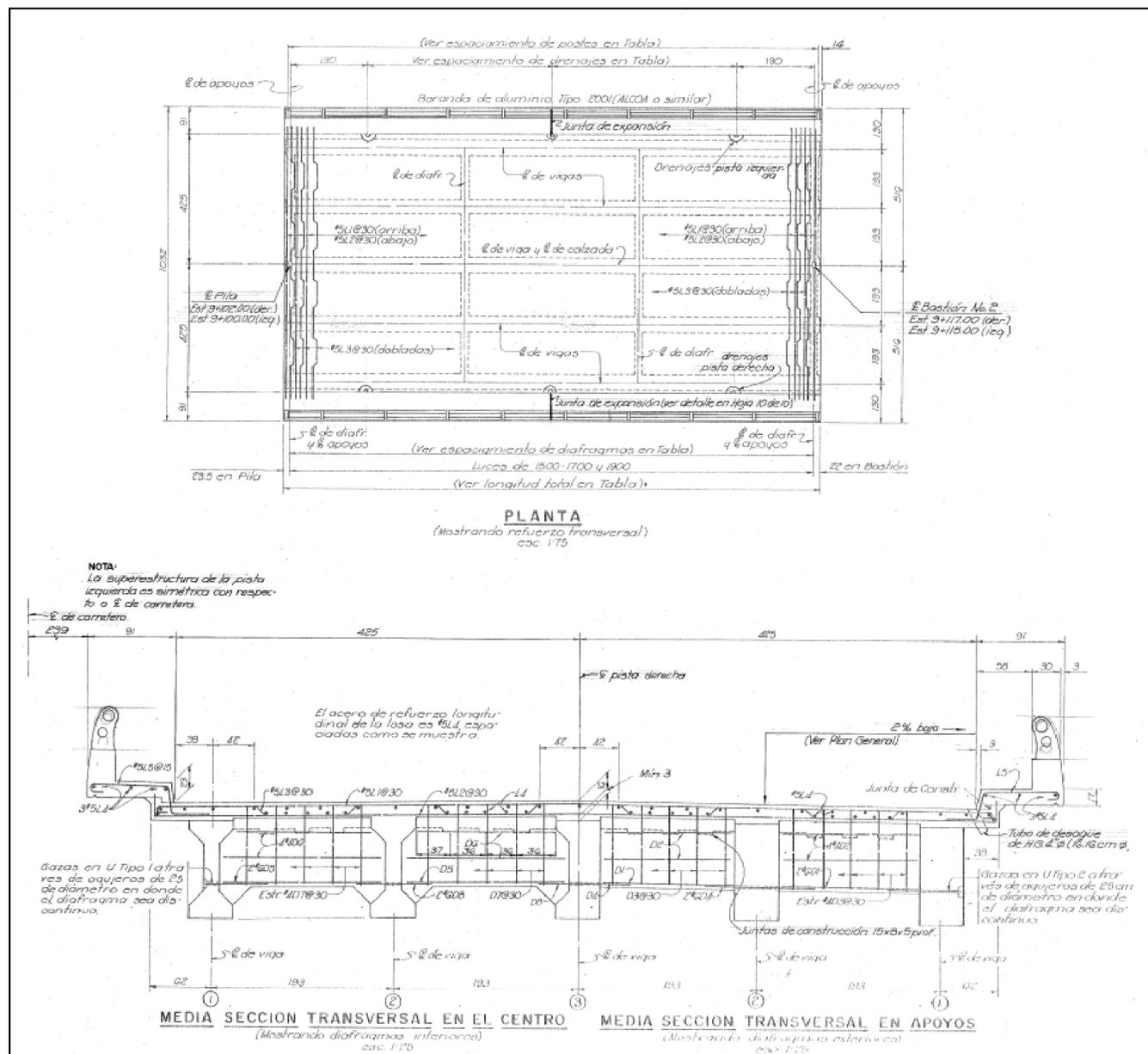


Figura 95: Planta y sección transversal del tramo de 15 m



3.6.3 Evaluación del estado actual

3.6.3.1 Superestructura

Losa

La losa de rodamiento tiene un espesor de 16.0 cm y es colada en sitio. El estado general de la losa es excelente, sólo presenta fisuras leves (ancho de grieta inferior a 0.3mm) distribuidas esporádicamente. No se aprecia desgaste de la superficie de rodamiento. En las figuras 96 y 97 se puede apreciar el estado de la cara superior de la losa de rodamiento.

Figura 96: Losa de rodamiento



Figura 97: Estado de la cara superior de la losa de rodamiento



El puente se encuentra actualmente habitado, como se muestra en las figuras 98 y 99. Por los problemas de acceso no es posible verificar el estado de la cara inferior de la losa.

Figura 98: Estado de ocupación actual del puente (bastión Oeste)



Figura 99: Estado de ocupación actual del puente (bastión Este)



Barandas

Son barandas de tipo Alcoa con conexiones atornilladas mediante pernos galvanizados. Se encuentran en buen estado en la mayor parte de la longitud del puente, pero como se puede observar en la figura 100, han sustraído algunas de las barandas.

Figura 100: Estado de las barandas



Juntas

La estructura no es continua, tiene juntas de movimiento de tipo “elastomérico” con angulares de acero en los ejes de los bastiones y en el eje de la pila. En las juntas centrales (figura 101) no se aprecia pérdida de material de la junta ni del concreto que la confina y su estado es satisfactorio. Las juntas de los bastiones están funcionando adecuadamente, pero han empezado a deteriorarse (figura 102) y si no se toman las medidas correctivas pertinentes el deterioro aumentará y podría comprometer el funcionamiento futuro del puente.

Figura 101: Juntas de movimiento en la pila central



Figura 102: Juntas de movimiento en los bastiones



Vigas

Las vigas prefabricadas de 15.0 m en sección "I" se encuentran en excelente estado y no muestran ningún tipo de grietas. En las vigas de concreto de 22.0 m no se aprecian daños ni por cargas excesivas ni por corrosión y se encuentran en muy buen estado. No se aprecian manchas resultado de la filtración del agua en las caras de las vigas.

Diafragmas

Los diafragmas centrales están libres de fisuras o grietas (figura 103). No se pudo verificar el estado de los diafragmas laterales por problemas de acceso señalados anteriormente. Dado el buen estado de la estructura, es de esperar que los diafragmas laterales en los bastiones también lo estén.

Figura 103: Estado de los diafragmas centrales



Apoyos

Por las dificultades de acceso se revisaron únicamente las almohadillas exteriores y se verificó que son almohadillas elastoméricas reforzadas. Los apoyos se encuentran en buen estado, no se aprecian fallas de aplastamiento en los neoprenos, ni pérdida de confinamiento de las placas de refuerzo o daños en la conexión de las placas previstas en las vigas principales o en los cabezales. En las figuras 104 y 105 se muestran los apoyos sobre las pilas y en la figura 106 uno de los apoyos sobre los bastiones.

Figura 104: Apoyos elastoméricos de vigas sobre pilas



Figura 105: Apoyos elastoméricos de vigas sobre pilas



Figura 106: Apoyos elastoméricos de vigas sobre bastiones



3.6.3.2 Subestructura

La subestructura del puente la forman un eje de pilas y dos bastiones.

Pilas

Las pilas son de concreto con resistencias de 210 kg/cm^2 con sección constante en toda la altura. El sistema es de pilas en voladizo en las direcciones longitudinal y transversal (figura 107). No requieren ningún tipo de intervención porque en general no muestran ningún tipo de fisuras o deterioro.

Figura 107: Pilas eje central



Bastiones

No es posible acceder a los bastiones porque, como se indicó anteriormente, ambos bastiones se encuentran habitados (figuras 98 y 99), pero por el buen estado de la estructura es posible suponer que se encuentren en buen estado.

Figura 108: Bastión eje Oeste



Figura 109: Bastión eje Este



Fundaciones

A pesar de que la evaluación de las fundaciones está fuera del alcance de esta evaluación, debe mencionarse que no se aprecian hundimientos o asentamientos de los suelos en las zonas de proyección de las zapatas de fundación.

Accesos

El estado de los accesos es favorable para el funcionamiento del puente y no se aprecian asentamientos en los accesos en ninguno de los bastiones (Figura 110).

Figura 110: Accesos al puente



3.7 Puente La Caraña

3.7.1 Descripción general

Puente en curva vertical y horizontal de un solo tramo de cuatro vías formado por dos superestructuras de doble vía, cada una con cinco vigas postensadas de concreto sección "I" de 28 m espaciadas 1,93 m.

Claro: 29.20 m

Ancho: 26.00 m

Fecha de construcción: 1977

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 111: Puente sobre el río La Caraña



3.7.2 Geometría

Figura 112: Elevación del puente sobre el río La Caraña

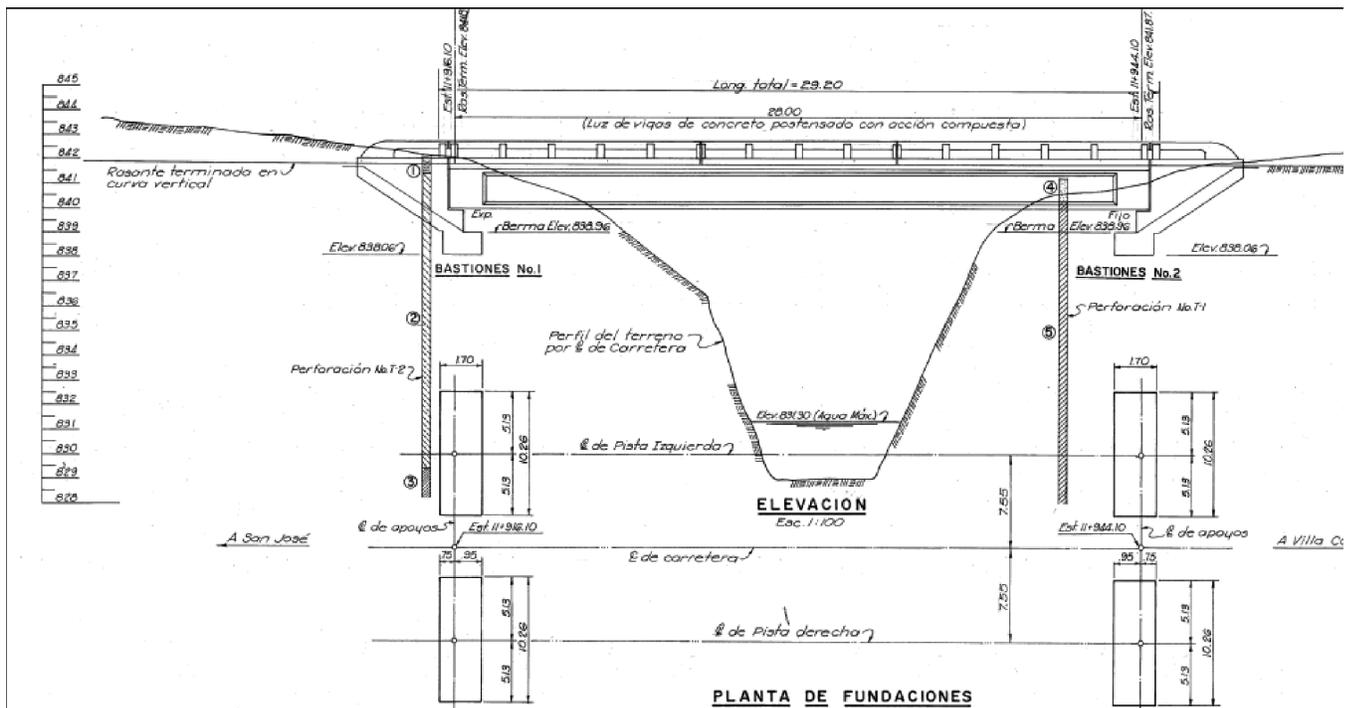


Figura 113: Planta del puente sobre el río La Caraña

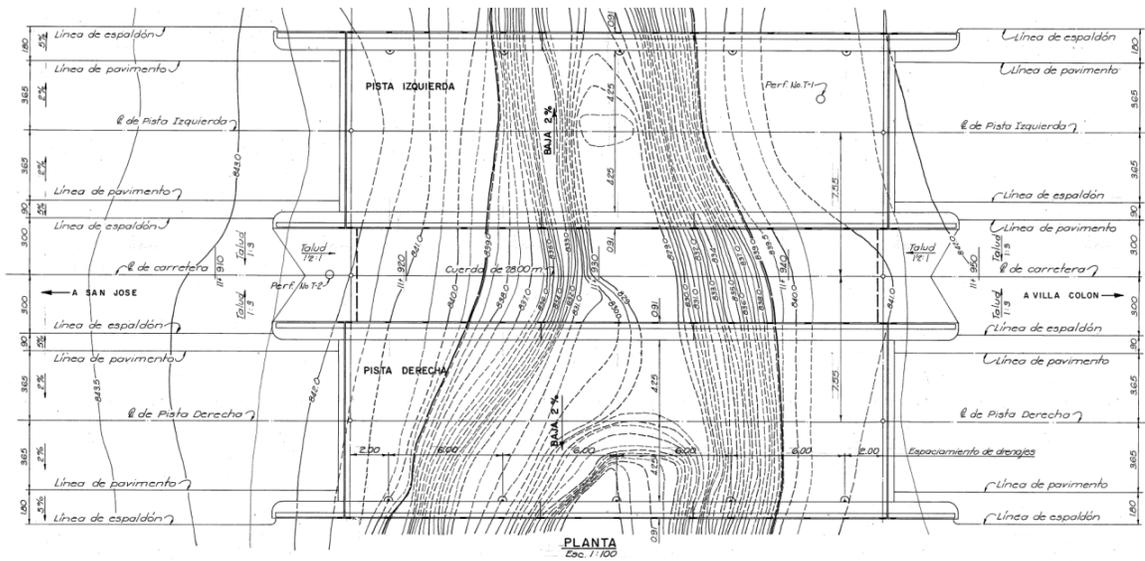
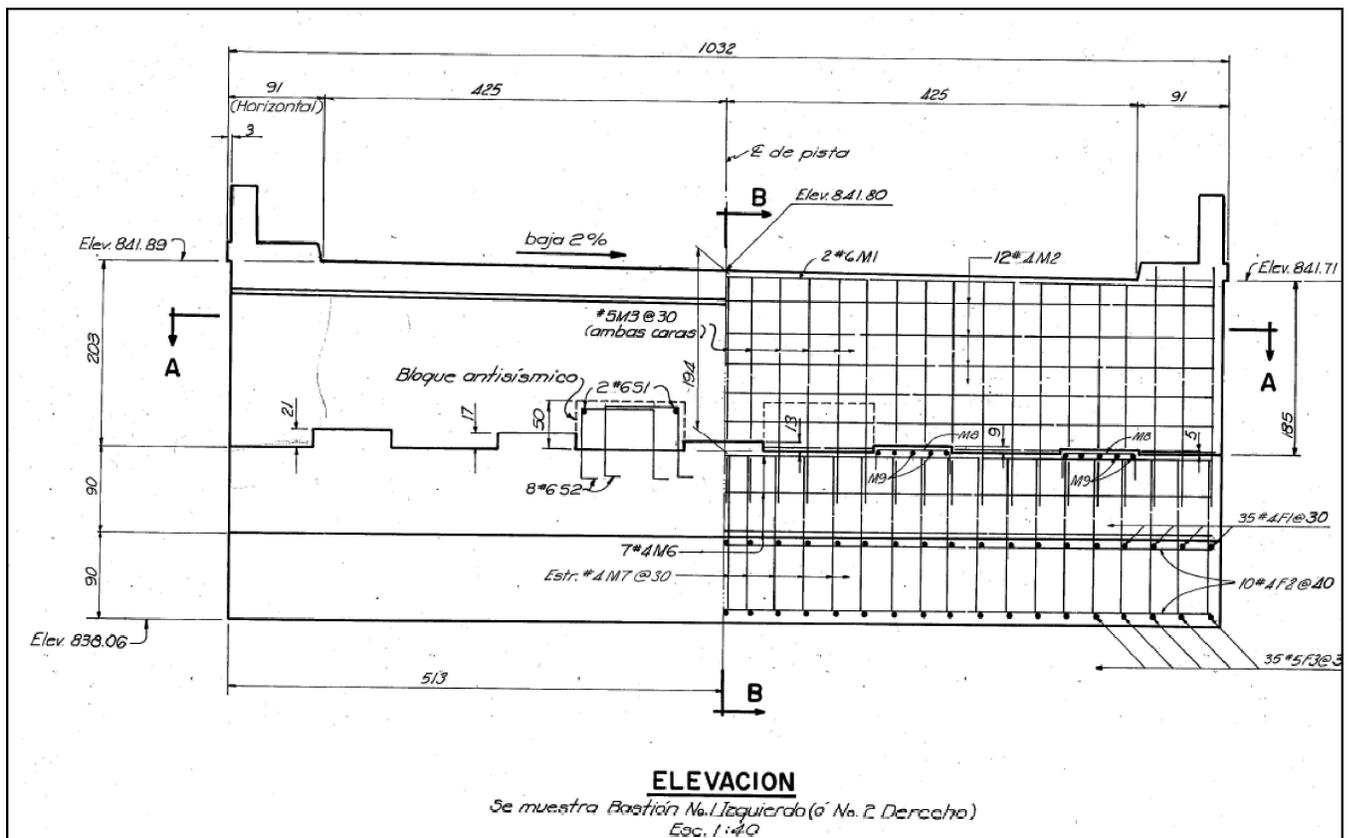


Figura 114: Bastiones



3.7.3 Evaluación del estado actual

3.7.3.1 Superestructura

Losa

La losa del puente Norte presenta niveles de deterioro importantes con agujeros y baches. En algunos de los agujeros se ha colocado mezcla asfáltica y en un caso una placa de metal (figura 115). Se observan fisuras de retracción que se están convirtiendo en fisuras estructurales, por lo que es necesario realizar trabajos de reparación. Existe pérdida del concreto de recubrimiento en algunas zonas y el acero de refuerzo se encuentra expuesto. En los puntos donde se localizan los bajantes se observa el flujo de agua a través de la losa. La losa del puente Sur (figura 116) se encuentra en mejor estado, pero presenta daños en las juntas. En ambos puentes se presenta desgaste con exposición del agregado (figura 117).

Figura 115: Losa de rodamiento en el puente Norte



Figura 116: Losa del puente del lado Sur



Figura 117: Exposición del agregado en la losa



Barandas

Las barandas son de tipo Alcoa y se encuentran en buen estado (figuras 118 y 119). No existen pérdidas por robo o daño por golpes.

Figura 118: Estado de las barandas



Figura 119: Estado de las barandas



Juntas

En la losa del puente Norte se aprecian daños iniciales en la junta por la pérdida del material elastomérico.

Figura 120: Junta de movimiento



Vigas

Las vigas son prefabricadas de sección "I". Se encuentran en buen estado y no muestran ningún tipo de agrietamiento (flexión o cortante). Se observan en algunos sectores manchas en las caras de las vigas ocasionadas por la filtración del agua a través de la losa.

Diafragmas

Los diafragmas centrales y los diafragmas en las conexiones con los bastiones están en excelente estado, libres de cualquier tipo de fisuras o grietas. Sin embargo, existen indicios de fuego leve, como el provocado por personas que han estado cocinando y han provocado que se manchen los diafragmas y las vigas (figura 121).

Figura 121: Diafragmas



Apoyos

Los apoyos son de tipo elastomérico reforzados con láminas de acero de forma que permiten el movimiento longitudinal de la superestructura y no transmiten fuerzas en esa dirección a la subestructura. Se encuentran en general en buen estado (figura 122), no se aprecian fallas por aplastamiento en los neoprenos o pérdida de confinamiento de las placas de refuerzo.

Figura 122: Apoyos elastoméricos



3.7.3.2 Subestructura

La subestructura está formada por dos bastiones de concreto colado en sitio y se encuentran en buen estado. Están apoyados en roca y alejados del borde, por lo que no existe el riesgo de socavación.

Fundaciones

La investigación de las fundaciones está fuera del alcance de la investigación, pero se debe mencionar que no se observan hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas.

Accesos

En las zonas de los accesos no se aprecian asentamientos importantes.

Es importante señalar que el puente se encuentra en general en buen estado y actualmente se encuentra habitado.

3.8 Puente Uruca

3.8.1 Descripción general

Puente de un solo tramo con cuatro vías formado por dos superestructuras de doble vía, cada una con cinco vigas postensadas de concreto sección "I" de 22 m espaciadas 1,93 m.

Claro: 23.20 m

Ancho: 27.20 m

Fecha de construcción: 1977

Carga de diseño: HS 20-44

Figura 123: Puente sobre el río Uruca



3.8.2 Geometría

Figura 124: Elevación puente sobre el río Uruca

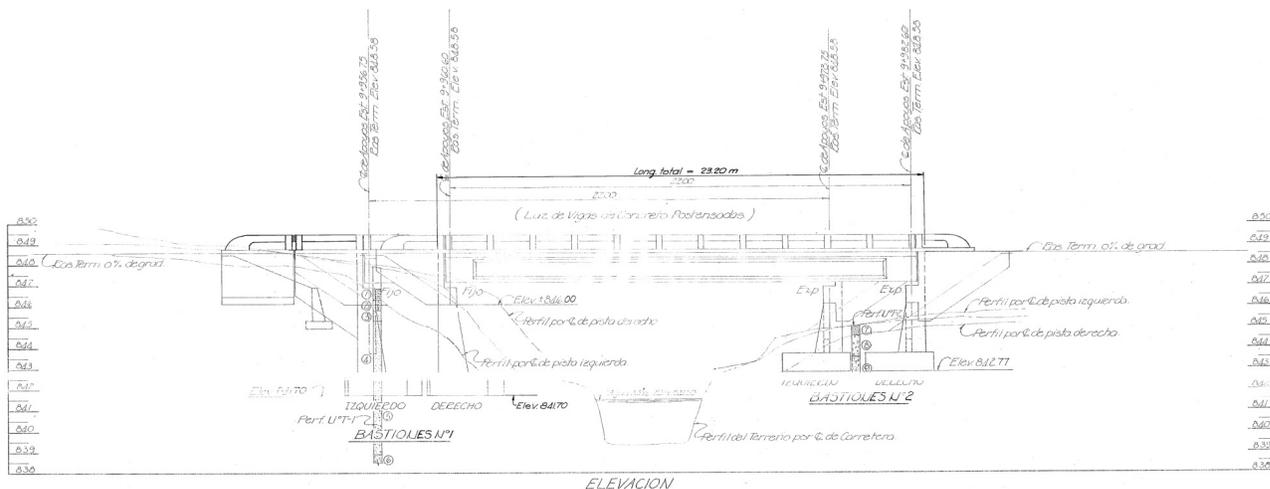


Figura 125: Planta del puente sobre el río Uruca

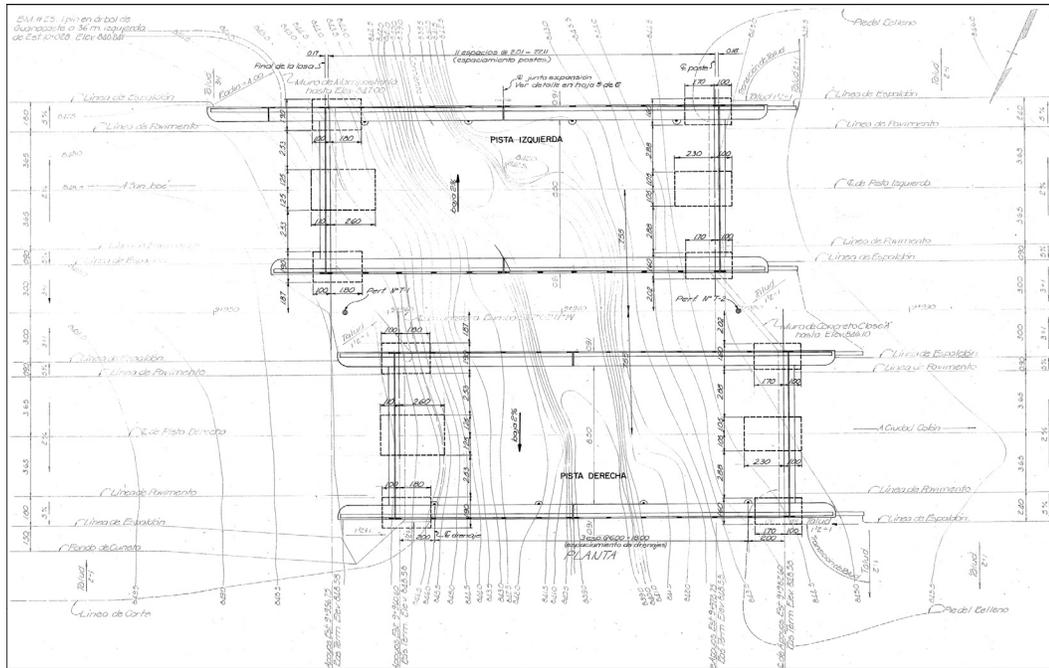
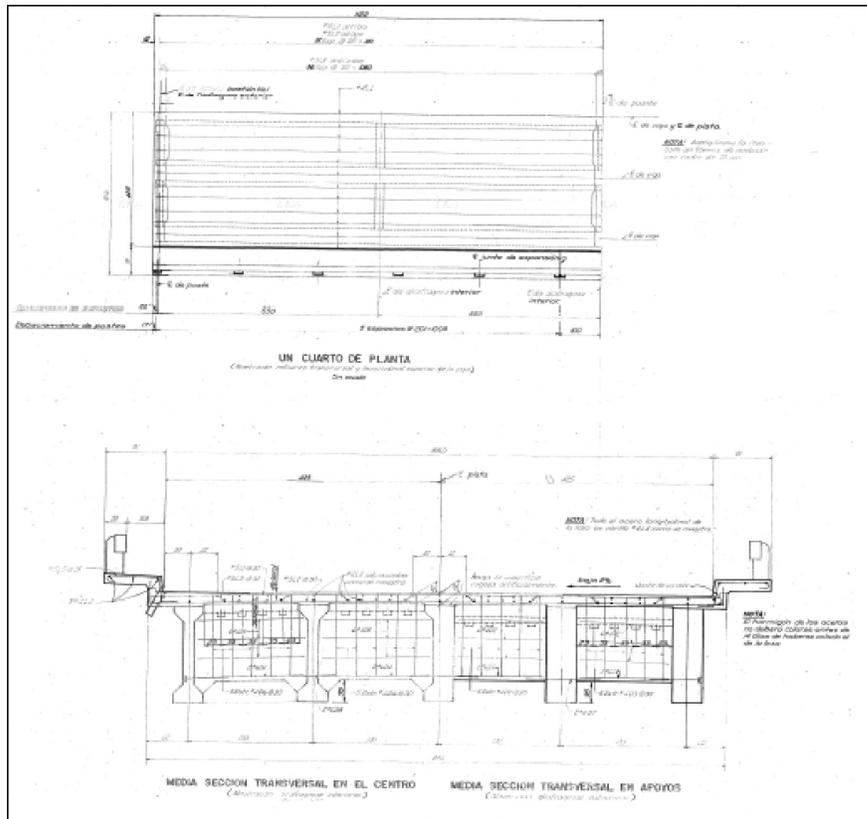


Figura 126: Un cuarto de planta y sección transversal del puente sobre el río Uruca



3.8.3 Evaluación del estado actual

3.8.3.1 Superestructura

Losa

En la losa no se aprecian grandes fisuras, pero presenta deterioro superficial de desgaste con inicios de exposición del agregado grueso.

Tragantes

Algunos de los tragantes se encuentran parcialmente obstruidos. El estado de mantenimiento es del orden del 80% de su estado favorable (figura 127).

Figura 127: Tragantes



Barandas

Son barandas de tipo Flex beam, se encuentran en general en buen estado (figura 128) y no hay pérdida de ellas por robo. En algunos sectores de los pedestales se aprecia deterioro ocasionado por golpes (figura 129).

Figura 128: Estado de las barandas



Figura 129: Deterioro en pedestales de las barandas



Juntas

No existen juntas transversales de expansión porque el tablero es una estructura continua. Las juntas de movimiento presentan un deterioro de leve a medio.

Vigas

Son vigas de sección "I" y se encuentran en excelente estado, no muestran ningún tipo de grietas (flexión o cortante). En algunos sectores se observan manchas en las caras de las vigas producto de la filtración del agua a través de la losa y manchas provocadas por fuego (figura 130).

Figura 130: Estado de las vigas



Diafragmas

Los diafragmas centrales y en las conexiones con los bastiones se encuentran en buen estado, libres de cualquier tipo de fisuras o grietas, pero manchados por la fauna del lugar y por fuego (figura 131).

Figura 131: Diafragmas



Apoyos

Los apoyos de las vigas principales son de tipo elastomérico reforzados con láminas de acero. El estado en general de los apoyos es bueno (figura 132), no se aprecian fallas de aplastamiento de los neoprenos o pérdida de confinamiento de las placas de refuerzo.

Figura 132: Apoyos elastoméricos en los bastiones



3.8.3.2 Subestructura

La subestructura está formada por dos bastiones de concreto colado en sitio. Los bastiones están apoyados en roca por lo que no se presenta el problema de socavación. No se aprecian fisuras ni daños (figura 133).

Figura 133: Bastiones



Fundaciones

No se observan hundimientos o asentamientos en las zonas de proyección de las zapatas.

Accesos

No se aprecian asentamientos importantes en las zonas de los accesos.

El puente se encuentra en buen estado y actualmente está habitado (figuras 134 y 135).

Figura 134: Estado de ocupación actual del puente



Figura 135: Estado de ocupación actual del puente

