



Comisión Administradora del Río Uruguay

**CARU**

**Informe de Inventario del Puente Libertador  
General San Martín Conexión internacional  
Puerto Unzué (Argentina) - Fray Bentos (Uruguay)**

**Informe Final**

Elaborado por:



**IN**vestigación, **D**esarrollos en **I**ngeniería y **G**estión de **O**bras



Universidad Nacional de Córdoba – Argentina



Universidad de la República – Uruguay

Noviembre de 2010



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.</b>	<b>ALCANCES Y OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>INVENTARIO DEL PUENTE LIBERTADOR GENERAL SAN MARTÍN .....</b>	<b>2</b>
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PUENTE LIBERTADOR GENERAL SAN MARTÍN.....	4
3.2	RESUMEN DE ANTECEDENTES RECOPIADOS PARA EL PUENTE LIBERTADOR GRAL. SAN MARTÍN 12	
3.3	PLANILLA DE INVENTARIO DEL PUENTE LIBERTADOR GENERAL SAN MARTÍN.....	13
<b>4.</b>	<b>ELABORACIÓN DE LAS PLANILLAS DE RELEVAMIENTO.....</b>	<b>13</b>
4.1	DEFINICIÓN DE LOS ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL RELEVAMIENTO .....	14
4.2	EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA EL RELEVAMIENTO .....	15
4.3	TAREAS PREVISTAS PARA EL RELEVAMIENTO .....	17
<b>5.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>18</b>

Anexo I: SGP CARU – Planilla de Inventario Puente Internacional Argentina – Uruguay Libertador General San Martín.

Anexo II: Listado de Documentación Existente en Papel.





Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

## 1. Alcances y Objetivo

En este documento se presenta el inventario del Puente Libertador General San Martín (PLGSM) a partir de la información disponible en las oficinas de CARU y campañas de inspección del puente.

Este informe se ha elaborado a la finalización de las tareas iniciales descritas en la Propuesta Técnica de este trabajo y que consisten en la recopilación y revisión de antecedentes del puente, su ordenamiento y depuración y, finalmente, su sistematización a través de una planilla de inventario. Esta planilla es la síntesis de los resultados que se presentan en este documento y se adjunta en el Anexo I del informe.

El objetivo de este informe es describir las tareas realizadas para la elaboración del inventario y presentar la planilla de inventario elaborada y que resume las principales características del puente y que servirá como punto de partida para la elaboración de futuras inspecciones de rutina y especiales en el puente de manera sistemática.

## 2. Introducción

En la propuesta técnica para este trabajo se describió una metodología para el estudio detallado del PLGSM en la cual el primer paso consiste en realizar el inventario de la estructura del puente. La metodología se representó en la propuesta mediante un esquema, que se repite a continuación, en la Figura 1. En esta ilustración se ha resaltado el grado de avance del trabajo que se resume en este informe. Los cuadros en gris indican actividades que se informarán más adelante, en los informes de Relevamiento y Evaluación del puente. Estas actividades constituyen los módulos más importantes de un Sistema de Gerenciamiento de Puentes (SGP) que se implementará para estudiar a lo largo del tiempo la integridad del PLGSM. El SGP se apoyará en una herramienta informática que se está desarrollando en el marco del presente proyecto y que permitirá sistematizar y ordenar toda la información disponible en la actualidad y el resultado de este trabajo (inventario, relevamiento, y evaluación del puente). De esta manera, la información se encontrará disponible en forma ordenada para futuras inspecciones que se llevarán a cabo de acuerdo con los lineamientos que se definen en este trabajo. Esto permitirá un estudio sistemático y ordenado del puente a lo largo del tiempo.

A pesar de que este documento trata sólo del inventario de los puentes, el grado de avance real del proyecto alcanza, aproximadamente, un 50% de las tareas de relevamiento y ensayos no destructivos previstos para este trabajo.

El inventario del puente se realiza en dos partes: (a) en gabinete, y (b) en campaña. La parte (a) del inventario consiste en recopilar los antecedentes disponibles del puente (memorias de cálculo, estudios básicos, planos de proyecto, planos conforme a obra, etc.) y ordenarlos sistemáticamente para que brinden la información básica del puente de una manera simple y resumida. De aquí surge la planilla de inventario, cuyo objetivo principal es describir el puente tal como ha sido proyectado y construido. Por este motivo, la planilla de inventario tiene un carácter “estático” ya que no presenta variaciones en el tiempo.

La parte (b) del inventario consiste en verificar en campaña las características del puente estudiadas en gabinete. En esta segunda parte del trabajo se completa la planilla de inventario

-1-



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

que se incorpora al programa sobre el cual se trabajará más adelante en este proyecto, y que servirá para almacenar y ordenar la presente y futuras inspecciones del puente.

En el próximo apartado se presenta el detalle del inventario realizado para el PLGSM.

### **3. Inventario del Puente Libertador General San Martín**

El módulo de inventario de un sistema de gerenciamiento de puentes tiene por objetivo hacer la gestión, carga, modificación, recuperación de la información referente a puentes, su denominación, características técnicas, tipología, geometría, estructura, entorno, imágenes relevantes. Este módulo está orientado a sistematizar la información existente para garantizar su integridad y disponibilidad para los usuarios interesados.

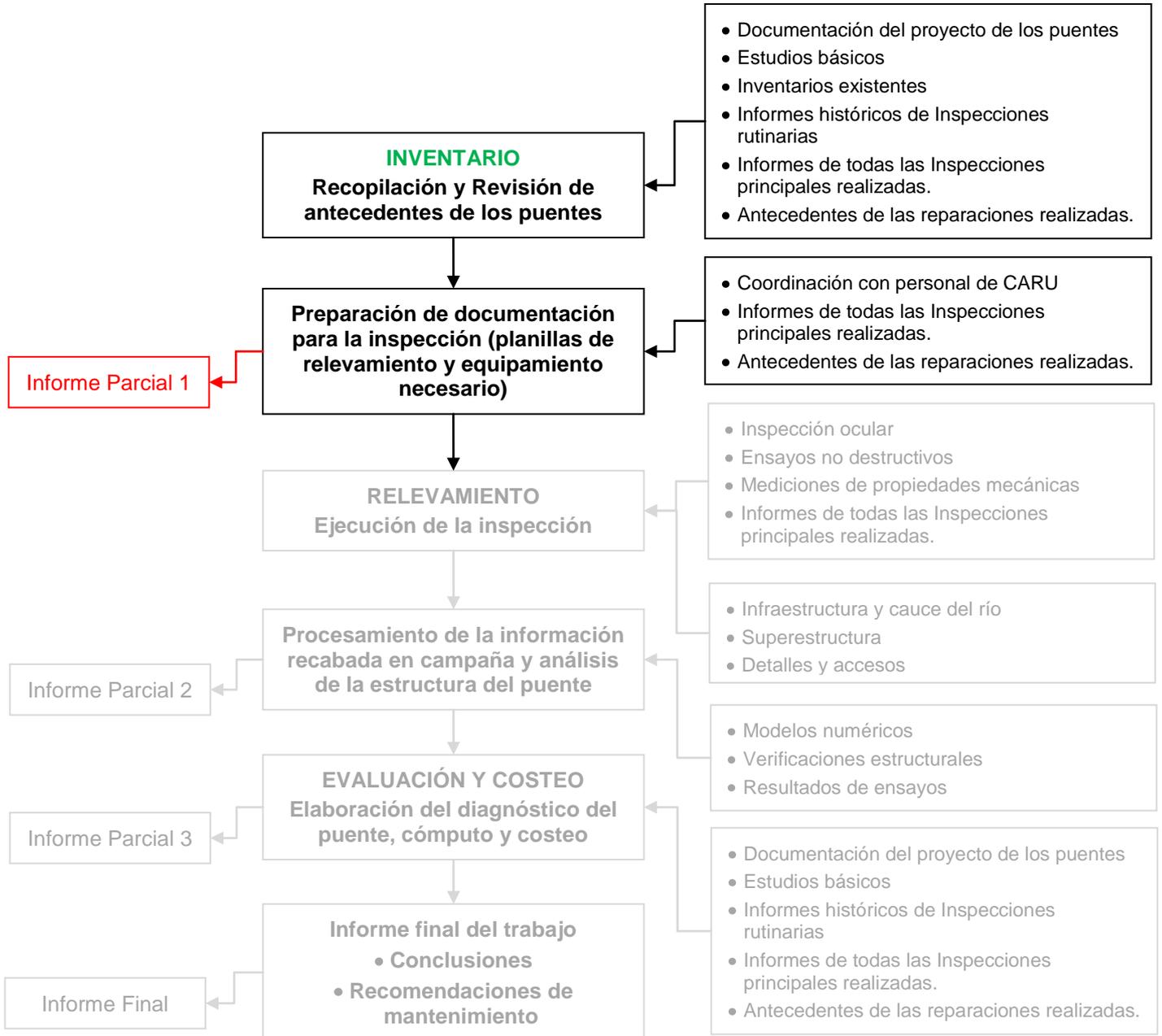
La información asociada al módulo de inventario es aquella que permite describir el puente tal como ha sido diseñado y construido, pero no estará relacionada con información que describa el estado actual del mismo. El proceso de inventario funcionará principalmente durante el proceso de carga y actualización de la base de datos del sistema y se podrá acceder al mismo con el objeto de hacer consultas e imprimir informes.

La recopilación de información de los puentes que se encontrarán listados en la base de datos del sistema y se podrá acceder a la misma a través de la interface del programa cuya elaboración es parte del presente trabajo. La planilla de inventario condensa las principales características del puente, a la que también podrá accederse a través del programa señalado. Esta planilla se presenta en el Anexo I.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

## INSPECCIÓN PRINCIPAL DEL PLGSM



**Figura 1.** Metodología propuesta para la Inspección Principal del puente Libertador General San Martín.

A continuación se presenta una descripción del PLGSM y de la información que se incluye en el Inventario del puente.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

### **3.1 Descripción del Puente Libertador General San Martín**

La conexión física internacional entre Fray Bentos (Uruguay) y Puerto Unzué (Argentina) cuenta con una longitud total de 5,367 m, y se encuentra dividida de la siguiente manera: un viaducto del lado argentino que presenta una longitud de 1,136 m, la parte central del puente sobre el Río Uruguay, de 2,270 m de longitud, y completan la obra dos accesos constituidos por carretera sobre terraplén, uno de 1,623 m de longitud (lado argentino) y otro de 336 m de longitud (lado uruguayo). El objeto de este estudio es el puente que une los accesos uruguayo y argentino, y que presenta una longitud total de 3408.34 m. En la Figura 2 se ilustra el esquema general del puente. Para este trabajo se adoptó la numeración de pilas y estribos establecida en los planos del proyecto, de modo tal que la pila 2 es la primera pila sobre el lado uruguayo y la última pila del lado argentino lleva el número 56.

El ancho total del puente es de 11.40 m, con una calzada de 8.30 m de ancho y veredas laterales de 1.04 m de ancho útil.

La tipología estructural del puente es variable de acuerdo al sector del mismo y se observan tres tipologías: Tramos isostáticos apoyados sobre pilas con voladizos (esta tipología se encuentra en el viaducto uruguayo y parte del viaducto argentino entre pilas 12 y 29), voladizos equilibrados con momento de inercia variable y tramos isostáticos (este esquema estructural corresponde al puente principal) y vigas simplemente apoyadas de sección constante (en la parte inicial del viaducto argentino, entre pilas 30 y 56). En todos los sectores el tablero es de hormigón armado postesado y la infraestructura es de hormigón armado convencional. En la Figura 2 se observa un esquema general del puente Libertador General San Martín.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”



**Figura 2.** Esquema general del Puente General San Martín

El viaducto del lado Argentino tiene una longitud total de 2353,34 metros y presenta las dos tipologías estructurales mencionadas en el párrafo anterior. Los tramos entre pilas 30 y estribo argentino están constituidos por cuatro vigas simplemente apoyadas de sección doble “T” asimétrica de 40,90 m de longitud y 2,10 m de altura constante. En este sector del puente se observan cinco vigas transversales por tramo de menor altura que las vigas principales. Los tramos que completan el viaducto del lado Argentino (entre pilas 12 a 29) están constituidos por cuatro vigas “ménsula” de sección doble “T” asimétricas empotradas en las pilas. Entre



Obra: "Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay"

las ménsulas se ha dispuesto un tramo isostático constituido por cuatro vigas de sección similar a las ménsulas. Las vigas "ménsula" tienen una longitud total de 30,00 m y una altura que varía de 3,30 m, en los apoyos, a 2,10 m en los extremos. Las vigas del tramo isostático tienen una longitud de 40,90 m y una altura constante de 2,10 m. En la Figura 3 se ilustran los esquemas estáticos de las vigas del viaducto Argentino y en la Figura 4 se observa una fotografía de las vigas principales del mismo.

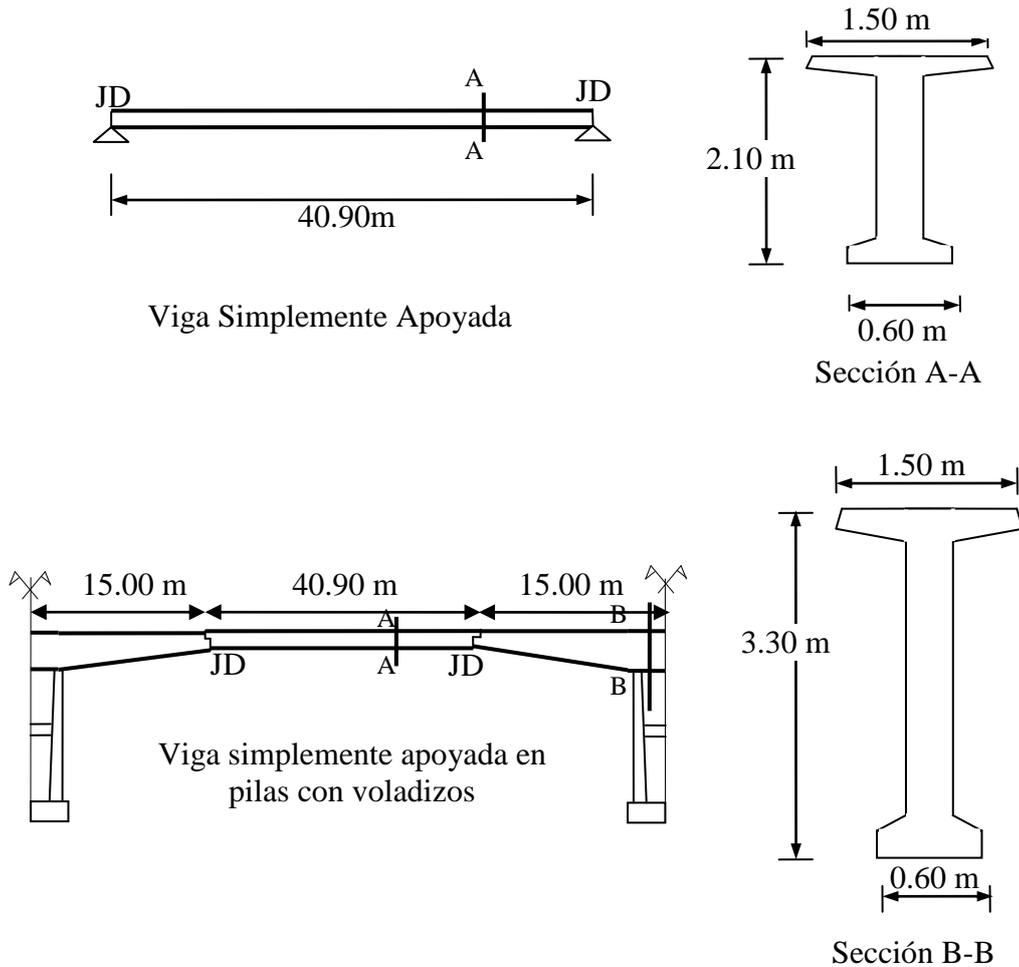


Figura 3. Esquema estático de las vigas del viaducto Argentino

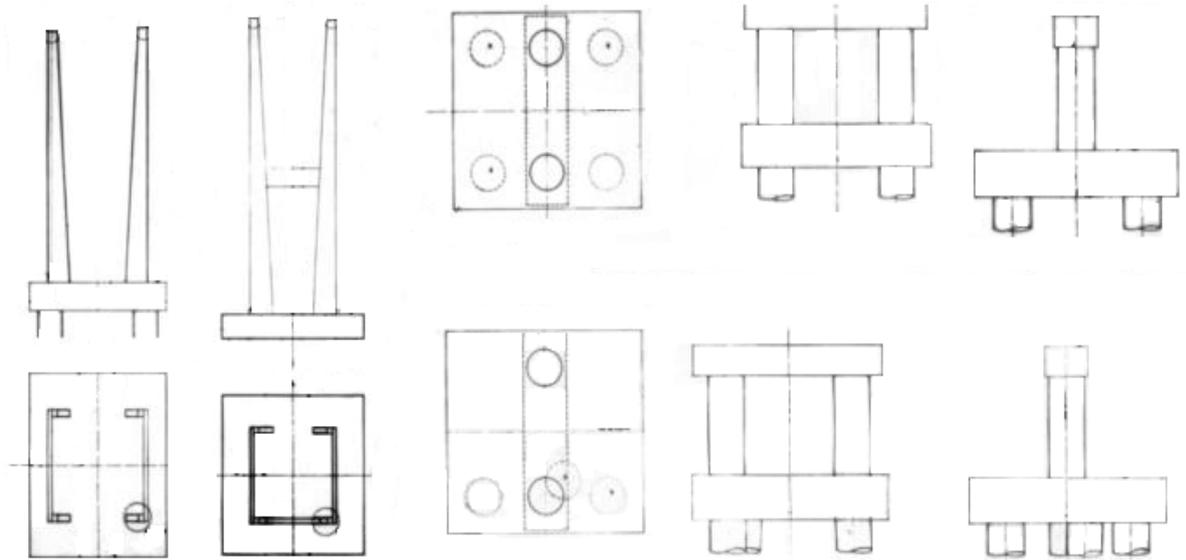


Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”



**Figura 4.** Vigas principales del viaducto del lado Argentino

La infraestructura del viaducto del lado argentino está resuelta por tres tipos diferentes de pilas. Las pilas que conforman el sector extremo del viaducto (pilas 30 a 56) están formadas por dos columnas cilíndricas de 1,50 m de diámetro coronadas por una viga dintel de sección rectangular. El apoyo de las vigas principales sobre las pilas se lleva a cabo a través de paquetes de placas de neopreno de 5,4 cm de espesor. Las pilas 12 a 29 están formadas por dos pantallas de hormigón armado de inercia variable sin viga dintel. Las pilas 12 a 18 presentan un arriostramiento lateral a media altura, mientras que las pilas 19 a 29 no presentan esta riostra. Las fundaciones de este sector del puente son profundas, constituidas por grupos de pilotes excavados de 1,20 m de diámetro; el número de pilotes y profundidad de fundación varía a lo largo de las pilas del puente. En la Figura 5 se observa un esquema de las pilas del viaducto del lado argentino y en la Figura 6 se presenta una fotografía de las mismas.



**Figura 5.** Esquema de las pilas del viaducto Argentino del Puente Libertador General San Martín



**Figura 6.** Pilas del viaducto Argentino del Puente Libertador General San Martín.

La superestructura del puente principal está resuelta mediante dos “ménsulas” empotradas en las pilas y un tramo isostático en el centro del vano principal (tramo navegable). Las vigas ménsulas se extienden 90,00 m hacia cada lado de las pilas, y están

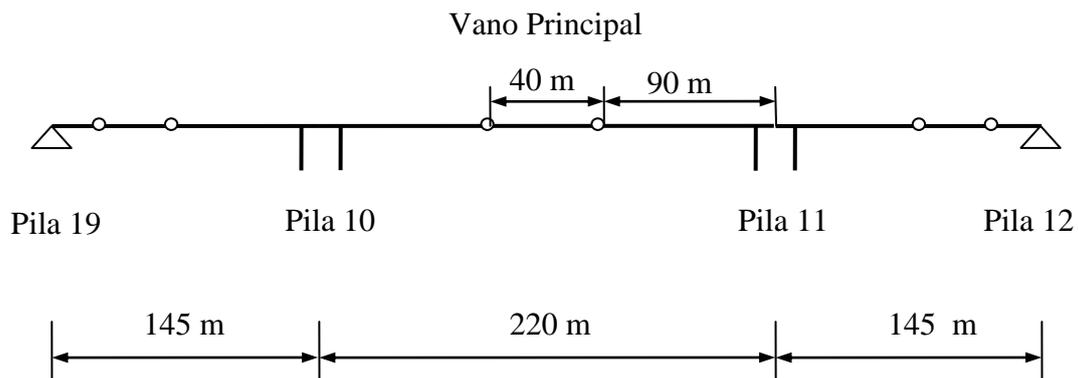


Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

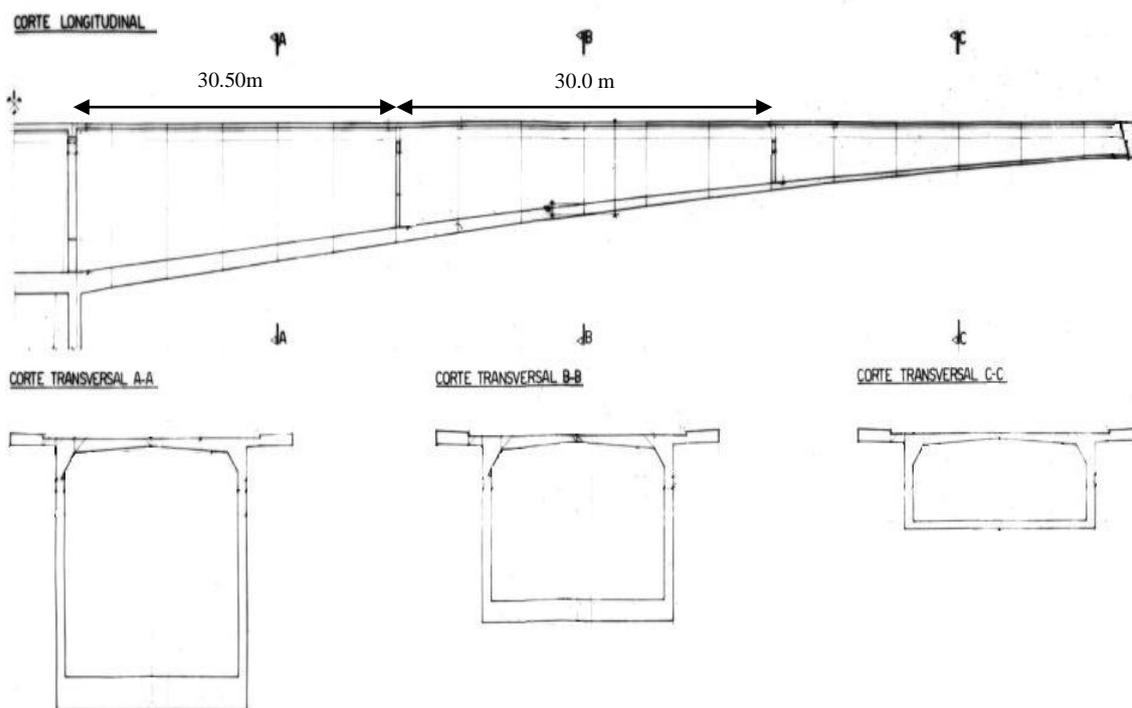
constituidas por elementos premoldeados de sección cajón de inercia variable, cuya altura es de 10,00 m en las pilas y de 2,10 m en los extremos. El tramo isostático está formado por cuatro vigas premoldeadas de sección doble “T” de 40,90 m de longitud y 2,10 m de altura, similares a las presentes en los viaductos. En la Figura 7 se ilustra el esquema estático del puente principal y en la Figura 8 se observa la sección transversal de la viga principal. Las vigas tipo cajón de los vanos principales presentan diafragmas de rigidización en coincidencia con los tabiques de las pilas y a 30,50 m y 60,50 m desde el eje de las mismas.

El gálibo máximo del tramo central navegable es de 45,00 m, aunque este valor depende del nivel del Río Uruguay. Se considera que el nivel del Río puede tener oscilaciones de hasta 5,00 m, por lo que el gálibo mínimo rondaría los 40,00 m.

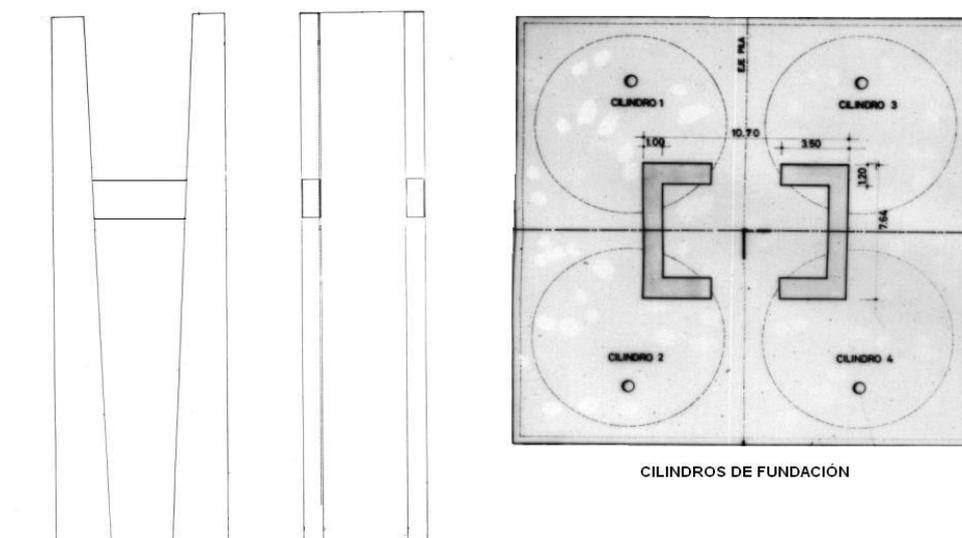
Las pilas del puente principal son dos pantallas paralelas de hormigón armado con contrafuertes en los costados. Los tabiques se vinculan mediante dos vigas riostras. La fundación de las pilas principales son cuatro cilindros huecos de 10 m de diámetro con un cabezal superior del cual nace la pila propiamente dicha. En la Figura 9 se observa un esquema de las pilas del puente principal.



*Figura 7 Esquema estático del puente principal.*



**Figura 8.** Sección transversal de las vigas principales del puente principal.

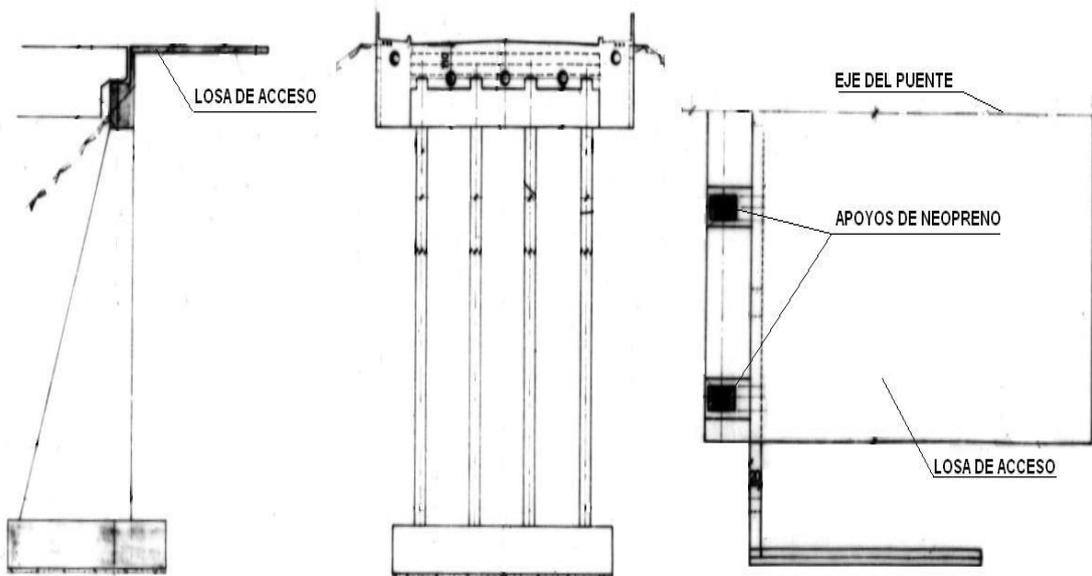


**Figura 9.** Esquema de las pilas principales del puente Libertados General San Martín.

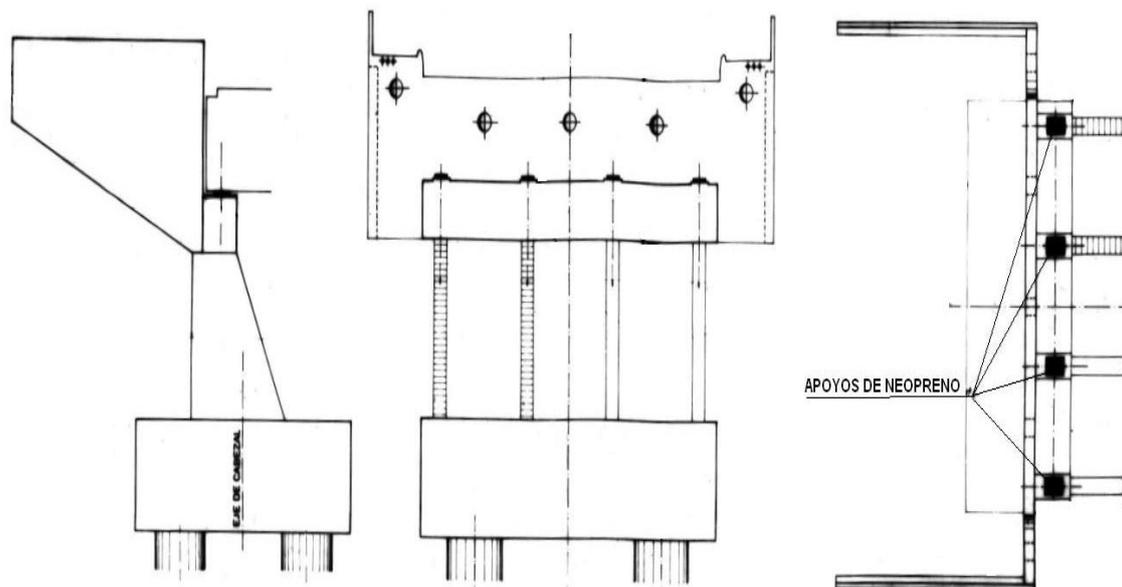
El viaducto del lado Uruguayo tiene una longitud total de 454,00 metros y presenta la misma tipología que el tramo intermedio del viaducto del lado Argentino (entre pilas 12 a 30) e igual tipología de pilas y fundaciones, tal como se puede observar en los esquemas d) y f) de la Figura 2.

Ambos estribos del puente son abiertos. Presentan cuatro columnas de hormigón armado de canto variable en altura coronados por una viga dintel sobre la que descansan las vigas de tablero. El estribo del lado Uruguayo presenta fundaciones superficiales materializadas por

una zapata corrida de 7,00 m de ancho por 9,70 m de largo, mientras que el estribo del lado Argentino presenta fundaciones profundas materializadas por cuatro pilotes excavados de 1.50 de diámetro, en la Figura 10 y Figura 11 se observan esquemas del estribo Uruguayo y Argentino respectivamente. Los dispositivos de apoyo en ambos estribos son placas de neopreno de 35 x 50 x 5.4 cm.



*Figura 10. Esquema del Estribo 1 (Uruguay)*



*Figura 11. Esquema del Estribo 2 (Argentina).*



Obra: "Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay"

El estribo del lado argentino presenta un enrocado como protección sobre el cono de derrame del terraplén de aproximación, mientras que en el estribo del lado Uruguayo no se observaron protecciones.

A ambos lados del puente se observan postes de iluminación, separados 40 m, y espacios técnicos previstos en las losas de veredas para el paso de servicios.

El puente posee en todo su desarrollo una baranda metálica de 1,24 m de altura, que cumple la función de baranda peatonal y defensa vehicular. La misma se encuentra constituida por un pasamanos superior de caño galvanizado de 67,1 mm de diámetro, cables galvanizados de 6 mm de diámetro y postes de hormigón armado cada 3,5 m que soportan el pasamanos y cables intermedios. Se observan orificios de desagües con tubos sobre el tablero del puente.

### **3.2 Resumen de antecedentes recopilados para el Puente Libertador Gral. San Martín**

Como parte de las actividades relacionadas con el inventario del puente se realizó un estudio de los antecedentes del PLGSM disponibles en la CARU. Del conjunto de documentos existentes se seleccionaron los más relevantes y que sirven de apoyo para las evaluaciones de la integridad estructural del PLGSM. Estos documentos estarán organizados para que sean fácilmente accesibles, a través del software que se encuentra en desarrollo en esta etapa del estudio. Los documentos digitalizados son los siguientes:

- Registro Batimétrico del Río Uruguay (2006).
- Planos de Proyecto Ejecutivo del Puente Libertador General San Martín.
- "Puentes Sobre el Río Uruguay". Publicación de la CARU (1998).
- "La Navegación en el Río Uruguay y el tipo Adecuado de Embarcación". Publicación de la CARU (1995).
- "Documentos y Antecedentes". Publicación de la CARU (1989-1998-2007).
- "Primer Seminario sobre la Navegación en el Río Uruguay, Paysandú 19 y 20 de Nov. de 1992". Publicación de la CARU (1992).
- Informe sobre el Estudio Geológico - Geotécnico para la Fundación del Puente Internacional sobre el Río Uruguay - Fray Bentos - Pto. Unzue (1966)
- Programa de Mantenimiento del Puente General San Martín
- Puente Internacional sobre el Río Uruguay Puerto Unzue - Fray Bentos Estudio Geológico-Geotécnico (1969)
- Recomendaciones Generales Realizadas para el Puente Libertador General San Martín
- Reglamento Para el Paso de Cargas Extraordinarias por el Puente Libertador General San Martín.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Resumen de Situación del Estado de Conservación del Puente Libertador General San Martín
- Informes sobre la Inspección de los Puentes - Libertador General San Martín - General José Artigas.
- Control Fisuras Interior Pila 10 (Planillas del 2007 y 2009).
- Memoria de cálculo de las vigas del viaducto uruguayo.
- Memoria de cálculo del tablero del puente principal.
- Relevamiento de fisuras en pilas de Junio de 2005.
- Informe de inspección del año 2005 (Ing. Bello).

Durante la recopilación de antecedentes se elaboró un listado de los documentos más importantes existentes en los archivos de la CARU. Debido al volumen de esta documentación y las características de la misma (en algunos casos se observaron registros escritos con lápiz, lo que dificultaría la lectura del documento digitalizado) se elaboró un índice que permitirá conocer la documentación existente en papel. Muchos de los archivos analizados se elaboraron hace al menos 10 años, por lo que las presentes inspecciones los reemplazarían, aportando información actualizada. Las planillas de relevamiento que se generarán como parte de este trabajo permitirán mantener la información futura en formato digital a partir de la presente inspección principal. Los documentos que contienen información relevante y que se encuentran disponibles en las oficinas de CARU se encuentran listados en el anexo II de este informe con un breve resumen de la información contenida en los documentos.

### **3.3 Planilla de inventario del Puente Libertador General San Martín**

La planilla de inventario del PLGSM se elaboró sobre la base de los lineamientos del Sistema Integral de Gerenciamiento y Mantenimiento de Puentes (SIGMAP) de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina (DNV), tal como fuera propuesto para este proyecto en la oferta técnica presentada. La planilla de inventario permite conocer rápidamente las principales características del puente en cuanto a su estructura, obstáculo que cruza, disponibilidad de antecedentes y otros datos que son importantes para la ejecución de relevamientos de rutina y especiales que se hagan en el futuro.

La información anterior se ordenó en planillas tamaño A3 que estarán disponibles en el software en desarrollo como parte de este estudio y se presenta una copia de las planillas en el Anexo I de este informe. Allí se incluyen esquemas del puente, ilustraciones, fotografías, y planos de la estructura y sus fundaciones.

## **4. Elaboración de las planillas de relevamiento**

El paso siguiente a la elaboración del inventario de un puente dentro de un sistema de gerenciamiento de puentes, es la realización del relevamiento. Para ello se planifican las actividades de campaña a partir de la información del inventario, descrito en los apartados anteriores.



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

Para relevar el estado de conservación del PLGSM en el marco del SIGMAP se diseñaron nuevas planillas de relevamiento, ajustadas a la geometría y tipología del PLGSM. Estas planillas se digitalizarán para que se encuentren disponibles para futuras inspecciones al puente. En los relevamientos se consignarán las fallas que se observen a través de la inspección ocular y los resultados de los ensayos no destructivos que se realicen en cada uno de los elementos estructurales del puente.

Las planillas de relevamiento se completarán con nivelaciones de tablero y cabezales de fundación, y con la batimetría del lecho del Río Uruguay.

En los siguientes apartados se describen los principales aspectos del relevamiento que se está llevando a cabo en el puente y cuyas actividades se definieron a partir del inventario realizado.

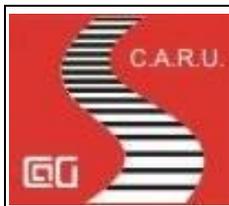
#### **4.1 Definición de los aspectos a considerar en el relevamiento**

De acuerdo a las características estructurales del Puente LGSM se definieron los siguientes aspectos que se deben consignar y cuantificar durante el relevamiento de los elementos estructurales principales del puente:

- Presencia de fisuras en los elementos de hormigón armado
- Ancho de las fisuras observadas
- Ubicación y dirección de las fisuras observadas
- Existencia de sectores sin recubrimiento (defecto constructivo)
- Existencia de sectores con recubrimiento saltado (pérdida del recubrimiento original)
- Zonas con armaduras expuestas
- Existencia de manchas en el hormigón
- Existencia de armaduras oxidadas
- Estado de conservación de los dispositivos de apoyo
- Estado de conservación de las juntas de dilatación

Los aspectos anteriores serán consignados para las vigas principales y transversales, columnas y vigas dintel de las pilas, cabezales de fundación, losa de tablero y veredas, y muros de los estribos. Todos estos elementos son de hormigón armado, y por lo tanto, pueden presentar alguna de las fallas indicadas. Se considera que los aspectos anteriormente mencionados son buenos indicadores del estado de conservación e integridad de la estructura del puente por lo que su consideración es vital para la evaluación del estado de la obra de arte.

La indicación en las planillas de relevamiento de los puntos señalados más arriba se complementará con esquemas de las fallas que se observan en cada elemento estructural realizados sobre dibujos a escalas de vigas, losa, pilas, y estribos. Esto permitirá conocer, al momento del relevamiento, la ubicación y extensión de los defectos, lo que representará una



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

valiosa información para la evaluación de los componentes principales del puente y para la ejecución de futuros relevamientos.

Los esquemas indicados anteriormente de pilas, vigas, y estribos con la indicación de los defectos se almacenará en el programa de modo que esté accesible para su consulta y edición posterior en futuros relevamientos.

Además, se estudiará el estado de conservación de elementos no principales del puente cuyo buen estado de conservación colaborará en conservar un buen estado general de la estructura en su conjunto. Estos aspectos a relevar son los siguientes:

- Protecciones de los taludes de los estribos
- Estado de las losas de aproximación
- Estado de los desagües de tablero
- Estado de las barandas peatonales
- Estado de las veredas
- Estado de los accesos al puente
- Estado de la carpeta de rodamiento

El relevamiento descrito brevemente en este apartado se llevará a cabo a través de una inspección ocular detallada de la estructura y elementos secundarios y a través de la ejecución de ensayos no destructivos y trabajos topográficos, tal como se describe a continuación.

## **4.2 Equipamiento necesario para el relevamiento**

En esta sección se describe el equipamiento que se utilizará durante las campañas de relevamiento, para realizar la inspección ocular de detalle y ensayos no destructivos.

Elementos a utilizar para la inspección ocular detallada:

- Cámara digital de 7 MP
- Escalera de aluminio 3,10 a 5,50 mt extensible con estabilizador
- Navegador GPS
- Binoculares 10 x 50
- Receptor GPS + Pocket PC
- Estación Total con trípode, bastón, prisma, accesorios y software
- Mira de invar
- Nivel óptico topográfico con trípode de madera pesado
- Micrómetro para nivel topográfico
- Estrella para apoyo de trípode
- Niveleta para verticalizar miras
- Mira de sección constante 2,5 m
- Distanciómetro láser capacidad 50 m
- Sistema de adquisición de datos para registros de vibraciones
- Calibre Vernier inoxidable



Obra: "Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay"

- Fisurómetro
- Puntero laser
- Cinta métrica tipo agrimensor 100 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 50 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 25 m plástica
- Cinta métrica tipo agrimensor 5 m metálica
- Cinta métrica tipo agrimensor 3 m metálica
- Nivel de burbuja en aluminio
- Plomada

Además de las herramientas y aparatos mencionados en el listado anterior se realizará una inspección detallada de la estructura a bordo de una lancha, facilitada por la CARU con el objeto de observar los tramos de tablero y pilas que se encuentran en la zona activa del Río Uruguay y que no sean accesibles a pie o en camioneta. Esta zona abarca seis pilas del viaducto argentino, el tramo principal, y cinco pilas del viaducto uruguayo.

Para acceder a las caras laterales de las vigas más elevadas se utilizará una grúa provista por la CARU que, a través de un brazo articulado retráctil permite acceder a la cara inferior de la losa de tablero y caras laterales de las vigas del puente desde la calzada del mismo. Esto permitirá estudiar con los ensayos de carbonatación, pulso sónico, y Pachómetro los elementos estructurales principales que no son accesibles por tierra o en embarcaciones desde el río.

#### Equipos para Ensayos no Destructivos

- Comparadores (flexímetros) con bases magnéticas
- Equipo Ultrasonido Krautkramer USN 10 para ensayos en Hormigón
- Equipo Ultrasonido Krautkramer USD52 para ensayos de alta frecuencia
- Medidor de espesor de hormigón Olson Instruments
- Osciloscopio Digital para registro de vibraciones
- Sistema de registro y digitalización de vibraciones de 8 canales
- Acelerómetros inductivos rango 0 a 200 Hz (Cantidad 8)
- Acelerómetros piezoeléctricos 0 a 10 KHz (Cantidad 4)
- Geófonos inductivos (Cantidad 12)
- Termómetro laser para medición de la temperatura de superficies
- Compresor de aire 108 hp 50 lts monofásico
- Pistola sopladora
- Manguera PVC trenzado aire/agua 0,8 mm. x 300 lts - 10 m
- Grupo eléctrico 1.6 Kva - 220 v
- Alargador de tipo industrial x 80 m
- Pachómetro (detector de armaduras con medición de recubrimientos)
- Sistema de perforación con diamante (caladora de testigos) c/ 2",3" y 4"
- Base / columna soporte para caladora con punzón, expansor y anclajes
- Martillo roto percutor combinado con cincel puntero y plano
- Eslinga de Nylon
- Cable de acero de 3/4" x 10 m



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Amoladora de mano, con discos de corte y desbaste
- Farol reflector portátil
- Tester digital con medidor de temperatura

Herramientas, materiales y elementos varios

- Maletín de herramientas varias
- Linternas
- 50 m de soga gruesa trenzada 14 mm
- 50 m de soga fina trenzada 5 mm
- Machete
- Punta cementista 300 mm
- Corta hierro hexagonal 19 x 300 mm
- Maza con cabo x 1,5 kg
- Maza con cabo largo.
- Atril anotador de acrílico
- Barreta de hierro
- Pala de punta
- Pala ancha
- Cepillo de alambre
- Pico de punta
- Piqueta

### **4.3 Tareas previstas para el relevamiento**

Para lograr un estudio detallado y completo del puente se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Relevamiento ocular detallado de la estructura del puente: Esta actividad comenzará por el estribo del lado argentino. Hasta allí se puede acceder en un camión provisto por la CARU. Desde este estribo se recorrerán las pilas 46 a 20 del viaducto argentino. Las pilas 19 a 4 se encuentran dentro del cauce activo del Río Uruguay y serán inspeccionadas desde una embarcación. El relevamiento visual culminará en el estribo Uruguayo. Durante esta tarea se observarán las vigas principales del puente, cara inferior del tablero, columnas de las pilas, y muros de los estribos. También se observarán las caras inferiores de las veredas laterales. Por último, la inspección visual se completará con un relevamiento de los elementos accesorios citados anteriormente en este documento: carpeta de rodamiento, barandas, desagües, etc.
- Ensayos no destructivos: Se practicarán tres ensayos no destructivos a lo largo de todo el puente. Estos son: (a) Ensayo de pulso sónico para determinar la velocidad de propagación de las ondas de corte en el hormigón, (b) Ensayo para determinar la profundidad de carbonatación en los elementos de hormigón, y (c) Ensayo de pachometría. El ensayo (a) permitirá determinar la calidad y resistencia del hormigón de los distintos elementos estructurales, lo que permitirá realizar una evaluación detallada del puente. La prueba (b) permite estudiar la protección que brinda el hormigón contra la corrosión de las armaduras, y la prueba (c) se utilizará para determinar el espesor del recubrimiento de las armaduras. Los ensayos (b) y (c)

-17-



Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

utilizados en conjunto permitirán establecer importantes conclusiones acerca de la integridad de los elementos estructurales principales del puente.

Como parte de este tipo de ensayos se efectuará un estudio tendiente a determinar la profundidad de las fisuras longitudinales de las columnas que conforman las pilas a los efectos de establecer en qué medida afectan a la integridad de la sección transversal en los sectores fisurados, y orientar en el posible origen de las mismas.

- Nivelación de cabezales: Se llevará a cabo con estación total y servirá para contrastar la situación actual con los niveles previstos en el proyecto del puente. Además, esta nivelación establecerá puntos de comparación para futuras inspecciones de detalle, con el objeto de verificar posibles asentamientos de las fundaciones.
- Nivelación del tablero: Se llevará a cabo con estación total y establecerá puntos de comparación para futuras inspecciones de detalle, con el objeto de verificar posibles defectos o mal funcionamiento de la estructura en su conjunto.
- Batimetría: Se llevará a cabo con una Ecosonda y permitirá conocer el perfil transversal del lecho del Río Uruguay en la zona de implantación del puente.
- Verticalidad de las pilas: Se llevará a cabo con una estación total y permitirá conocer la inclinación que pudieran presentar las pilas del puente. Los resultados de esta actividad se utilizarán en el Análisis Estructural y Evaluación del puente y determinarán un punto de comparación para el control de la verticalidad de los pilares en futuras inspecciones.
- Ensayos dinámicos del tablero del puente: Se llevarán a cabo ensayos dinámicos para determinar las frecuencias naturales de vibración del puente. Esto aportará importantes datos para la fase de Análisis Estructural y Evaluación del puente.

## 5. Resumen y conclusiones

Este informe es el Informe Parcial N° 1 de la Inspección Principal del Puente Libertador General San Martín, que une las localidades de Fray Bentos (Uruguay) y Puerto Unzué (Argentina). En este documento se describe el objeto y alcance del inventario del puente y se desarrolla una descripción detallada del puente Libertador General San Martín.

El Inventario del puente se traduce en una planilla elaborada para el puente, pero que está basada en el Sistema de Gerenciamiento de Puentes SIGMAP de la Dirección Nacional de Vialidad de Argentina. Las planillas resumen las principales características del puente y es de carácter “estático”, ya que no sufrirá cambios en el tiempo.

Parte de las actividades desarrolladas hasta el momento consisten en recopilar y digitalizar los antecedentes disponibles y preparar las tareas de relevamiento detallado. Los antecedentes digitalizados se encontrarán disponibles mediante el uso de la aplicación informática que se desarrolla como parte del presente trabajo. Las tareas de relevamiento detallado se describieron brevemente y los resultados obtenidos a partir de las mismas se presentarán en el Informe de Avance N° 2.

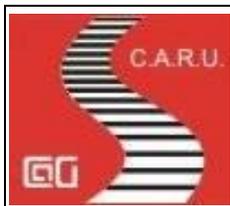


Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

## **Anexo II**

### **Listado de documentación existente en papel**



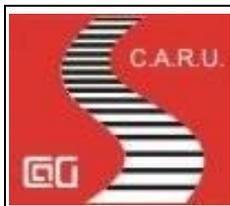


Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

## **Listado y contenidos de documentación existente en papel**

- Inspección Pilas Principales (Mayo-Junio)”2004”
  - Existencia de fisuras y testigos fisurados, longitud y orientación de fisuras y si están selladas o no.
- Sellado de Fisuras en Pilas y Pilotes (2002-2005)
  - Estados de los apoyos de neopreno, verificación de sellado en pilas y ménsula principal (pila 10), estado de las barandas, veredas, carpeta de rodamiento y losas de aproximación. Relevamiento de fisuras a sellar.
- Inspección Pilas Principales (Noviembre) “2002”
  - Inspección de pilas y pilotes, existencia de fisuras y/o testigos fisurados, longitud y orientación de fisuras y si están selladas o no y recomendaciones.
- Inspección Pilas en Tierra (Noviembre)”1999”
  - Existencia de testigos fisurados, fisuras, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado.
- Inspección de Pilas y Pilotes “1996-1997”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “1994”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación. Algunas tablas en lápiz.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Marzo 1993”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación. Algunas tablas en lápiz.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Enero 1992”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Julio 1991”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Noviembre 1990”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.





Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Inspección de Pilas y Pilotes “Marzo y Junio 1990”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Septiembre 1989”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Septiembre y Diciembre 1988”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Julio y Diciembre 1987”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación. Algunas tablas en lápiz.
- Inspección de Pilas y Pilotes “Julio 1986”
  - Existencia de testigos fisurados, nuevas fisuras, avances de las fisuras existentes, colocación de testigos nuevos, observaciones sobre sellado y ramificación. Algunas tablas en lápiz.
- Inspección Pilas 10 y 11
  - Dibujos detallados de fisuras y testigos de cada pila. Planillas de: estado de los testigos, dimensiones y orientación de fisuras, avance de fisuras y observaciones. Inspecciones realizadas en: 2007; 2005; 2004; 2001; 1996; 1994; 1993; 1991 y 1990.
  - Inspecciones menos detalladas sobre testigos en las pilas realizadas en: 1985; 1984; 1983; 1982. Registros de la temperatura de la pared a la hora de la inspección.
  - Se adjuntan fotografías de pilas y dinteles (1985).
- Inspección Infraestructura y Superestructura de Vigas Principales, Secundarias y Viguetas “1997”
  - Croquis de zonas inspeccionadas, existencia y ubicación de quebraduras, fisuras y/o manchas de humedad. Observaciones.
- Control de Apoyos Móviles en Pilas 10 y 11 parte Superior
  - Planillas con fecha, hora, temperatura, puntas medidas y planos de puntas medidas. Inspecciones realizadas en: 2000; 1998 y 1997.
- Registro Batimétrico
  - Manual de planilla Excel para realizar el perfil del lecho
  - Batimetría realizada el 30/4/10 junto a pilas aguas arriba y aguas abajo.
  - Sondeo aguas abajo y aguas arriba realizado el 8/7/09.
  - Sondeo junto a pila principal 10 y 11 realizado el 14/7/08.
  - Sondeo junto a pilas aguas arriba realizado el 14/7/08.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 5/7/07.





Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 19/7/06.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 7/6/05.
  - Sondeo junto a pila principal 10 y 11 realizado el 7/6/05.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 13/4/99.
  - Sondeo junto a pilas aguas arriba realizado el 30/12/96.
  - Sondeo junto a pilas aguas arriba realizado el 18/6/93.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 12/3/91.
  - Sondeo junto a pilas 9, 10 y 11 realizado el 12/3/91.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 20/8/90.
  - Sondeo junto a pilas 9, 10, 11 y 12 realizado el 20/8/90.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 20/2/88.
  - Sondeo junto a pilas 9, 10, 11 y 12 realizado el 20/2/88.
  - Sondeo junto a pilas 9, 10, 11 y 12 realizado en Diciembre de 1986.
  - Sondeo junto a pilas aguas abajo y aguas arriba realizado el 18/12/85.
  - Sondeo junto a pilas 5, 9, 10, 11 y 12 realizado el 18/12/85.
  - Sondeo junto a pilas 5 aguas arriba y aguas abajo realizado el 30/11/84.
  - Sondeo junto a pilas 9, 10, 11 y 12 realizado el 18/12/84.
  - Medición de velocidad del río entre pila 9 y 10 (18/1/83).
  - Sondeo junto a pilas 8, 9, 10, 11 y 12 aguas arriba y aguas abajo realizado el 21/9/83.
  - Sondeo junto a pilas 8, 9, 10 y 11 aguas arriba y aguas abajo realizado el 7/11/83.
  - Medición de velocidad del río (21/7/83).
  - Medición de velocidad del río (11/3/83).
  - Medición de velocidad del río (1/3/83).
  - Sondeo junto a pilas 8, 9, 10, 11 y 12 realizado el 9/8/82.
  - Sondeo junto a pilas 8, 9, 10, 11 y 12 realizado el 23/12/82.
  - Nivelación en pila 2 (2/11/82).
  - Sondeo junto a pilas 7, 8, 9, 10, 11 y 12 realizado el 23/12/82.
  - Sondeo junto a pilas 8, 9, 10, 11 y 12 realizado el 9/8/82.
- Medición Final
    - Avance y Certificación de obra.
  - Comisión Administradora del Río Uruguay
    - Detalle de información de planos, cálculos, estudios prestados y recibidos.
  - Anexo IV / 101 Puente Principal – Cálculos Estáticos
    - Sistema y dimensiones.
    - Características geométricas.
    - Cargas.
    - Esfuerzos solicitantes
    - Verificación de tensiones en estado de servicio.
    - Verificación a la rotura.
    - Planos.





Obra: “Contratación de Servicios de Consultoría para realizar una inspección Principal de los Puentes General Artigas y Libertador Gral. San Martín, ambos sobre el río Uruguay u bajo la administración de la Comisión Administradora del Río Uruguay”

- Anexo IV / 104 Puente Principal – Cálculos Estáticos.
  - Viga transversal extrema.
  - Dimensiones.
  - Cargas.
  - Dimensionado.
  - Transmisión de cargas de los apoyos laterales.
  - Planos.
  
- Luz Central – Avance Libre (8/3/78)
  - Plano de refuerzos transversales en zona de reparación
  - Inspección conjunta (COMPAU – SAE INVIAL – COPUI) de diversos aspectos del puente.
  - Fisuras en carpeta de desgaste t tabique lateral (causas).
  - Auscultación en estructura de pavimento.
  - Estimación y opinión de monto de reparación de fisuras y deficiencias constatadas en el puente.
  - Resultados y recomendaciones.
  - Ensayo de carga.
  - Cotización recubrimiento de calzada con resina Epoxi.
  - Pegado de chapas de hierro en cara inferior de losa superior de dovela 1ª de pila 10.
  - Averías en losa superior de dovela de pila 10 (Planos).
  - Losa superior de dovela 1ª en pila 10.
  - Reparación del daño en pila 10.
  - Acción requerida de INVIAL (12/1/76) sobre efectos térmicos derivados de la reparación con Epoxi en pila 10 – dovela 1ª.
  - Ensayos no destructivos, pulso ultrasónico, localización de fisuras en la pila 10. 13/10/75 (Planos).
  - Reparación del tablero en pila 10. 10/10/75 (Informe).
  - Reparación daño en viga principal pila 10.
  - Daño en calzada pila10.
  - Tensiones en el estado de construcción con sección reducida, puente principal “eje 10”.
  - Pila principal 10. Tensiones en el estado actual con secciones reducidas (30/9/75).
  - Resumen. Pila 10.
  - Orden de servicio. No cumplimiento del pliego.
  
- Estudio Geológico – Geotécnico. Tomo II (Gráficos)
  - Ensayos de compresión tri-axial.
  - Ensayos de consolidación.
  - Perfil longitudinal (Plano longitudinal y transversal).
  
- Separación Cables de Acero Pretensado en Ménsulas Principales.
  - Disposición de los elementos de pretensado en el puente principal
  - Sistema de pretensado. Esquemas (DYWDAG).





## Anexo I - Informe de Inventario

# SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Argentina - Uruguay Libertador General San Martín



- Noviembre de 2010 -

Elaborado por:





# SGP CARU - Índice General Inventario Puente Internacional Argentina- Uruguay Libertador General San Martín



## Índice General

### Datos Generales

• Año de Construcción .....	Hoja 1
• Año de Reconstrucción .....	Hoja 1
• Ruta .....	Hoja 1
• Numero de Tramos .....	Hoja 1
• Luz Total .....	Hoja 1
• TMDA .....	Hoja 1
• Antecedentes .....	Hoja 1

### Geometría del Puente

• Longitud .....	Hoja 2
• Longitud Total .....	Hoja 2
• Ancho de Veredas .....	Hoja 2
• Ancho de Calzada .....	Hoja 2
• Ancho Total .....	Hoja 2
• Area del Puente .....	Hoja 2
• Esviaje Estructural .....	Hoja 2
• Puente en Curva .....	Hoja 2
• Esquema Estructural .....	Hoja 2

### Superestructura

• Número de Juntas de Dilatación .....	Hoja 3
• Tipo de Juntas de Dilatación .....	Hoja 3

### Vigas Principales

• Número de Vigas .....	Hoja 3
• Material de las Vigas .....	Hoja 3
• Sección Transversal .....	Hoja 3

### Vigas Transversales

• Número de Vigas por Tramo .....	Hoja 3
• Material de las Vigas .....	Hoja 3
• Sección Transversal .....	Hoja 3
• Vigas sobre los Apoyos .....	Hoja 3

### Losa de Tablero

• Luz Longitudinal .....	Hoja 4
• Luz Transversal .....	Hoja 4
• Material de la Losa .....	Hoja 4
• Material de la Carpeta de Desgaste .....	Hoja 4
• Espesor de Carpeta .....	Hoja 4

### Infraestructura - Estribos

• Tipo de Estribos .....	Hoja 5
• Protección de la Superficie .....	Hoja 5

• Materia del Estribo .....	Hoja 5
• Tipo de Fundeaciones .....	Hoja 5

### Infraestructura - Pilas

• Tipo de Pilas .....	Hoja 5
• Material de las Pilas .....	Hoja 5
• Tipo de Fundaciones .....	Hoja 5

### Detalles

• Tipo de Baranda Peatonal .....	Hoja 6
• Altura de Baranda .....	Hoja 6
• Tipo de Defensa Vehicular .....	Hoja 7
• Desagües con Tubos .....	Hoja 7
• Escaleras de Desagüe .....	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Estribos .....	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Pilas .....	Hoja 7
• Dispositivos de Apoyo en Tramos .....	Hoja 7
• Iluminación .....	Hoja 7
• Conductos de Servicio .....	Hoja 7

### Obstáculo Hidráulico

• Obstáculo .....	Hoja 7
• Gálibo Garantizado .....	Hoja 7
• Esviaje Obstáculo .....	Hoja 7
• Ancho Cauce Principal .....	Hoja 7
• Pendiente en Zona del Puente .....	Hoja 8
• Pensiente Media del Río .....	Hoja 8
• Defensa Infraestructura .....	Hoja 8
• Embalses Aguas Arriba .....	Hoja 8
• Datos de la Cuenca .....	Hoja 8
• Régimen .....	Hoja 8
• Caudal Medio .....	Hoja 8
• CAudal Máximo .....	Hoja 8



# SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina Libertador General San Martín

Fecha: Junio de 2010

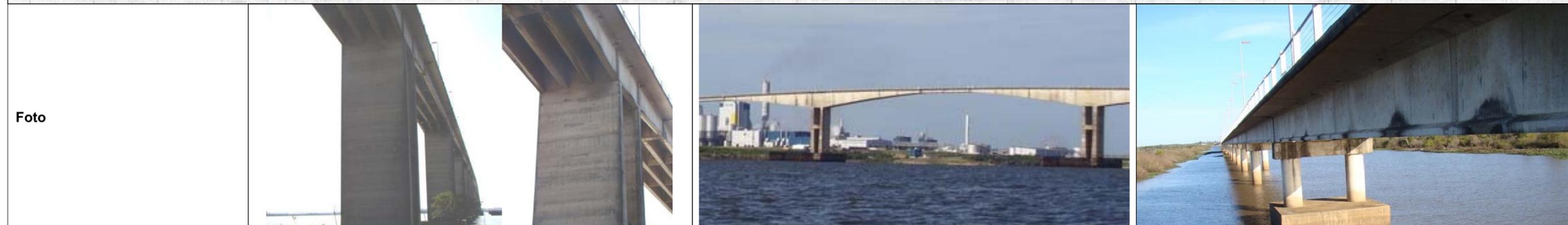
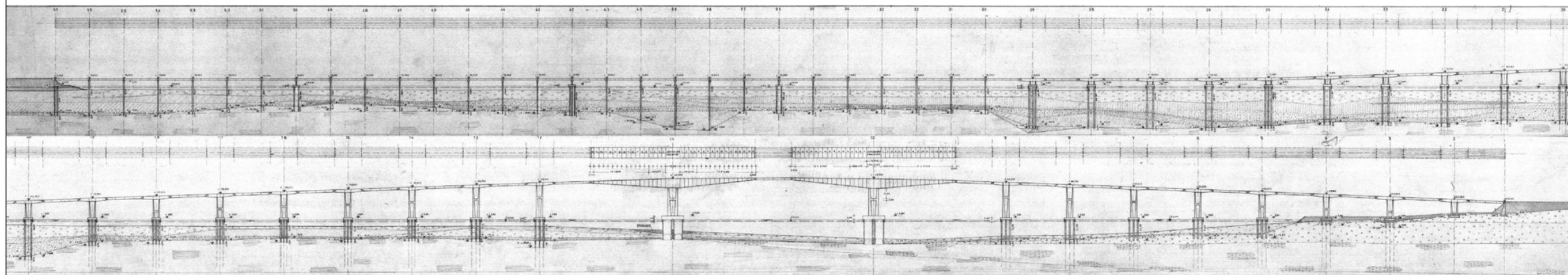
Hoja N°: 1



## Datos Generales

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
<b>Año de Construcción</b>	1976	1976	1976
<b>Año de Reconstrucción</b>	---	---	---
<b>Ruta</b>	RN N°3	---	RP N° 135
<b>Número de Tramos</b>	8	3	45
<b>Luz Total (m)</b>	545,00	510,00	2353,34
<b>TMDA</b>	3464,85	3464,85	3464,85
<b>Autos (%)</b>	80,94	80,94	80,94
<b>Buses (%)</b>	2,91	2,91	2,91
<b>Camiones (%)</b>	16,15	16,15	16,15

## Esq. Gral. Puente



**Antecedentes**

- Registro Batimetrico del Río Uruguay (2006). - Planos de Proyecto Ejecutivo del Puente Libertador Gral. San Martín. - "Puentes Sobre el Río Uruguay". Publicación de la CARU (1998). - "La Navegación en el Río Uruguay y el tipo Adecuado de Embarcación". Publicación de la CARU (1995). - "Documentos y Antecedentes". Publicación de la CARU (1989-1998-2007). - "Primer Seminario sobre la Navegación en el Río Uruguay, Paysandú 19 y 20 de Nov. de 1992". Publicación de la CARU (1992). - Informe sobre el Estudio Geológico - Geotecnico para la Fundación del Puente Internacional sobre el Río Uruguay - Fray Bentos - Pto. Unzue (1966) - Programa de Mantenimiento del Puente Gral. San Martín - Puente Internacional sobre el Río Uruguay Puerto Unzue - Fray Bentos Estudio Geológico-Geotecnico (1969) - Recomendaciones Generales Realizadas para el Puente Libertador Gral. San Martín - Reglamento Para el Paso de Cargas Extraordinarias por el Puente Libertador Gral. San Martín - Resumen de Situación del Estado de Conservación del Puente Libertador Gral. San Martín - Informes sobre la Inspección de los Puentes - Libertador Gral. San Martín - Gral. Jose Artigas - Control Fisuras Interior Pila 10 (Planillas del 2007 y 2009).



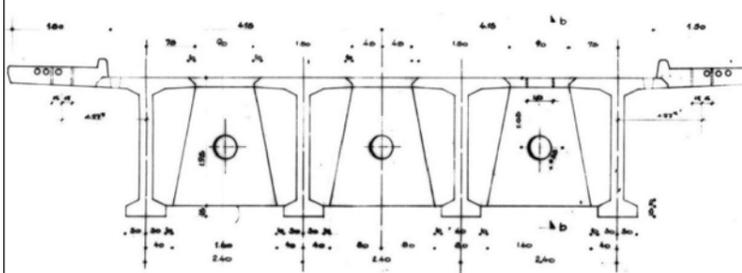
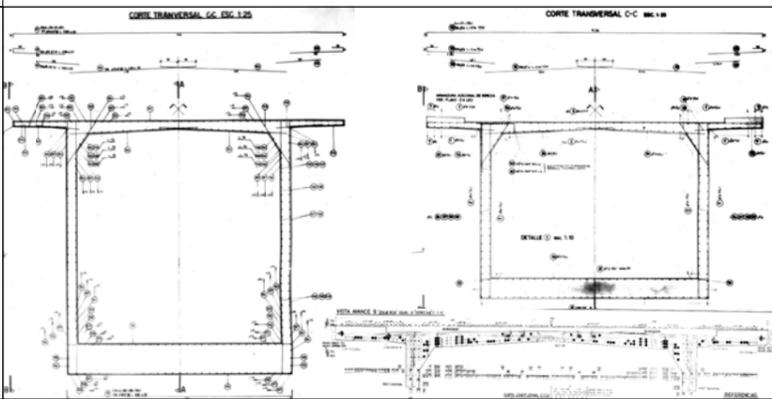
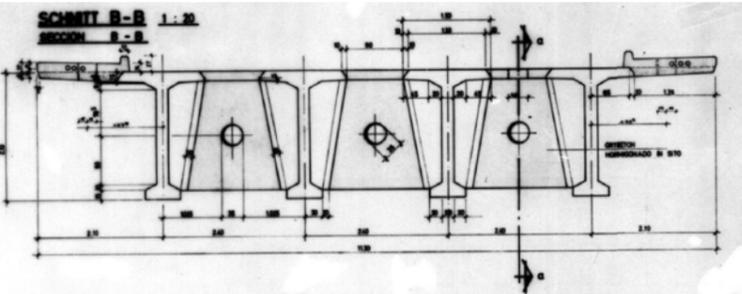
# SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina Libertador General San Martín

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 2

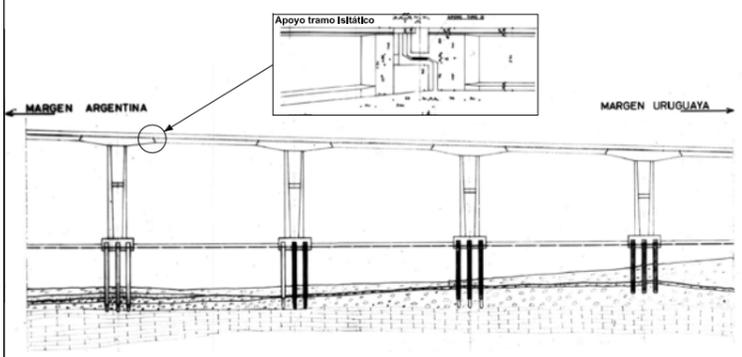
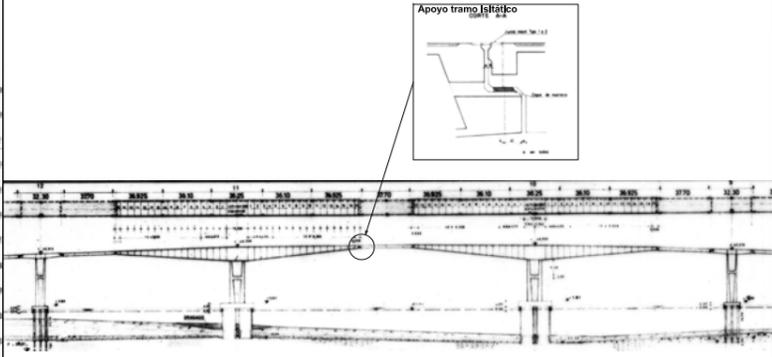
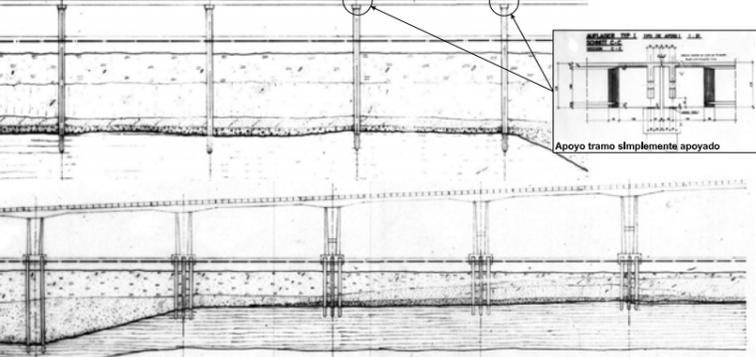


## Gometría del Puente

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
Longitud (m)	454,00	510,00	2353,34
Longitud Total (m)	3408,34		
Ancho de Vereda Izquierda (m)	1,04	1,04	1,04
Ancho de Vereda Derecha (m)	1,04	1,04	1,04
Ancho de Calzada (m)	8,30	8,30	8,30
Ancho Total (m)	11,40	11,40	11,40
Esquema Transversal			
Área del Puente (m2)	6213,00	5814,00	26828,08
Esviaje Estructural (°)	90	90	90
Puente en Curva	Curva Vertical	Curva Vertical	Curva Vertical desde la Pila 12 a la 29
Imagen Satelital			

## Estructura del Puente

### Superestructura

Esquema Estructural	Viga Gerber de Sección Contante	Viga Gerber de Sección Constante	Viga Gerber y Simplemente Apoyada de Sección Constante
Esquema Estructural (Ilustración)			



**SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina  
Libertador General San Martín**

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 3



**Superestructura**

	<b>Viaducto Uruguayo</b>	<b>Puente Principal</b>	<b>Viaducto Argentino</b>
<b>Número de Juntas de Dilatación</b>	16	6	63
<b>Tipo de Juntas de Dilatación</b>	Perfiles Metálicos	3 Juntas Tipo Peine y 3 Juntas de Perfiles Metálicos	Perfiles Metálicos
<b>Observaciones</b>	Se observan juntas de perfiles metálicos armados tipo L, con chapa superior de 8 mm de espesor - Ver Plano N° 91	Tres juntas de los tramos isostáticos presentan son metálicas tipo peine. Las restantes son juntas metálicas con perfiles armados tipo L con chapa superior de 8 mm. de espesor - Ver Plano N° 56 y 91	Se observan juntas de perfiles metálicos armados tipo L, con chapa superior de 8 mm de espesor - Ver Plano N° 91
<b>Foto</b>			

**Vigas Principales**

<b>Número de Vigas</b>	4	1	4
<b>Material de las Vigas</b>	Hormigón Postesado	Hormigón Postesado	Hormigón Postesado
<b>Sección Transversal</b>	Doble "T"	Cajón	Doble "T"
<b>Observaciones</b>	Viga doble "T" asimétricas de hormigón postesado - Ver Plano N° 65	Viga cajón postesada - Ver Plano N° 6 a 35	Viga doble "T" asimétricas de hormigón postesado - Ver Plano N° 66
<b>Foto</b>			

**Vigas Transversales**

<b>Número de Vigas por Tramo</b>	9	---	9 / 5
<b>Material de las Vigas</b>	Hormigón Armado	---	Hormigón Armado
<b>Sección Transversal</b>	Rectangular	Rectangular	Rectangular
<b>Vigas Sobre los Apoyos</b>	Si	No	Si
<b>Observaciones</b>	Las vigas transversales son de igual altura que las vigas principales del puente. Se observa un orificio circular en el centro de las vigas transversales - Ver Plano N° 65	La viga cajón posee 6 diafragmas de rigidización de hormigón armado en toda su longitud.	Las V.T. son de igual altura que las V. P. del puente. Se observa un orificio circular en el centro de las V. T. - Ver Plano N° 66. Los tramos simplemente apoyados presentan 5 V.T., los tramos Gerber presentan 9 V.T.



**SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina  
Libertador General San Martín**

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 4



**Vigas Transversales**

Foto			
	<b>Viaducto Uruguayo</b>	<b>Losa de Tablero</b>	<b>Viaducto Argentino</b>
<b>Luz Longitudinal (m)</b>	10,00 / 7,00	17,00 / 20,40	10,00 / 7,00
<b>Luz Transversal (m)</b>	Losa Central : 2,40 - Voladizos : 2,10	Losa Central : 7,39 - Voladizos : 1,925	Losa Central : 2,40 - Voladizos : 2,10
<b>Material de la Losa</b>	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
Foto			
<b>Material de Carpeta de Desgaste</b>	Hormigón	Hormigón	Hormigón
<b>Espesor de Carpeta (m)</b>			
Foto			
<b>Observaciones</b>			



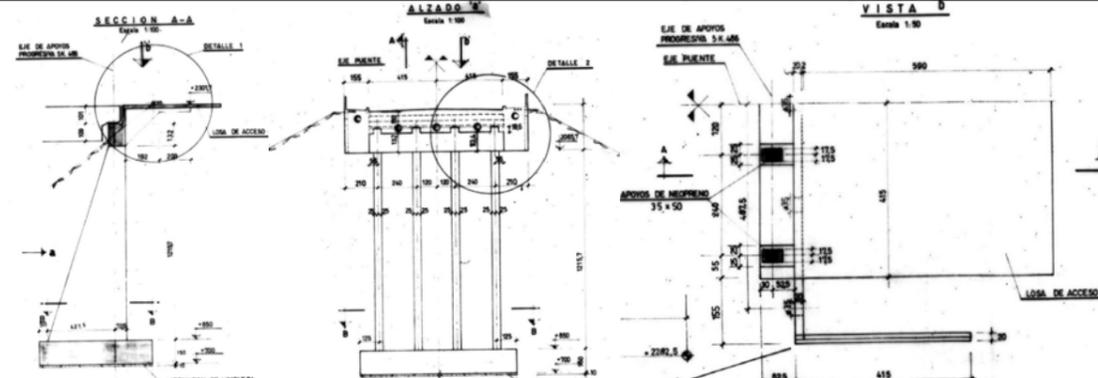
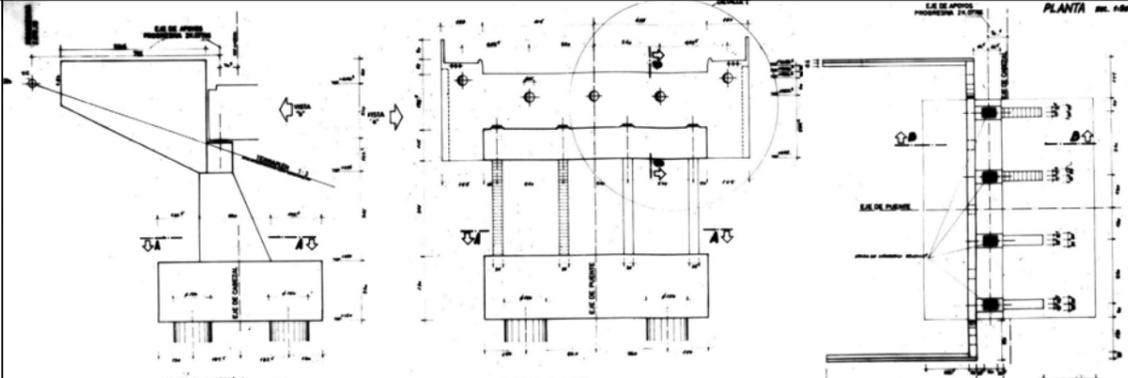
# SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina Libertador General San Martín

Fecha: Junio de 2010

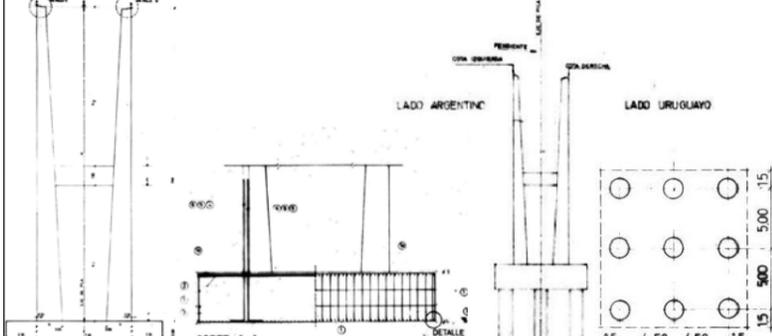
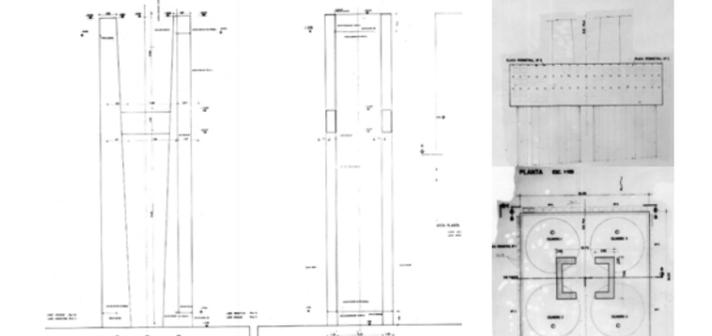
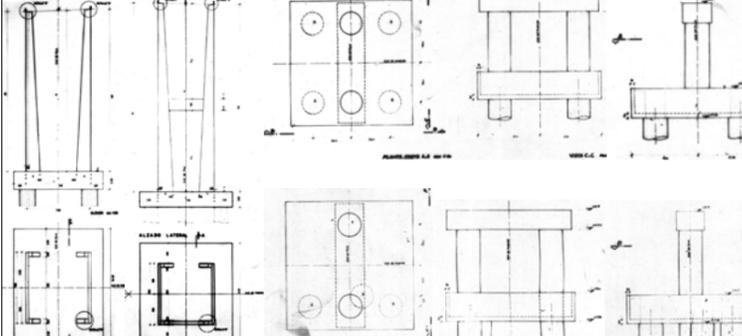
Hoja N°: 5



## Infraestructura - Estribos

	Lado Uruguayo	Lado Argentino
<b>Tipo de Estribo</b>	Estribo Abierto	Estribo Abierto
<b>Protección de la Superficie</b>		
<b>Material del Estribo</b>	Hormigón Armado	Hormigón Armado
<b>Observaciones</b>	Cuatro columnas de inercia variable en altura, con viga dintel - Ver Plano N° 172 a 174	Cuatro columnas de inercia variable en altura, con viga dintel - Ver Plano N° 216
<b>Tipo de Fundación</b>	Directa	Indirecta
<b>Observaciones</b>	Zapata Corrida - Ver Plano N° 172	El estribo posee cuatro pilotes excavados de $\phi$ 1,50 - Ver Plano 260
<b>Esquema Estribo</b>		

## Infraestructura - Pilas

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
<b>Tipo de Pilas</b>	Pila 2: Dos pantallas paralelas con contrafuertes extremos sin viga dintel - Ver Plano N° 98. Pila 3 a 9: Dos pantallas paralelas con contrafuertes extremos y arriostramiento lateral, sin viga dintel - Ver Plano 99.	La pila 10 y 11 poseen dos pantallas paralelas con contrafuertes extremos, sin viga dintel, con arriostramiento lateral - Ver Plano 92 a 97	Pila 12 a 18: Dos pantallas con contrafuertes extremos con arriostramiento lateral sin dintel - Ver Plano N° 99 Pila 19 a 29: Dos Pantallas con contrafuertes extremos sin dintel - Ver Plano 100 Pila 30 a 57: Dos columnas $\phi$ 1.50 m con viga dintel - Ver Plano N° 110 a 136)
<b>Material de las Pilas</b>	Hormigón Armado	Hormigón Armado	Hormigón Armado
<b>Tipo de Fundación</b>	Directa - Indirecta	Indirecta	Indirecta
<b>Observaciones</b>	Pila 2: Fundación directa con zapata puntual cuadrada - Ver Plano N° 175 Pila 3 y 4: Fundación indirecta con 9 pilotes $\phi$ 1,80 m - Ver Plano N° 176 a 179 Pila 5 a 9: Fundación indirecta, 9 pilotes $\phi$ 1.10 m, con cordones de pretensado y vainas de inyección - Ver Plano N° 180 a 182	Las pilas poseen cuatro pilotes excavados huecos de 10 m de diámetro con cabezal superior - Ver Plano 138 a 158)	Pila 14 a 19; 25 y 29: Ocho pilotes excavados $\phi$ 1.10 m. Pila 20 a 24 y 26 a 28: Seis pilotes excavados $\phi$ 1.10 m. Pila 12: Diez pilotes hincados excavados $\phi$ 1.10 m. Pila 13: Nueve pilotes excavados $\phi$ 1.10 m. Pila 30 a 57: Dos pilotes $\phi$ 1.10 m. Salvo las 36 y 50 que tienen cuatro pilotes y las 39 y 42 que poseen tres.
<b>Esquema Pilas</b>			



**SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina  
Libertador General San Martín**

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 6



**Infraestructura - Pilas**

	<b>Viaducto Uruguayo</b>	<b>Puente Principal</b>	<b>Viaducto Argentino</b>
<b>Foto</b>			
<b>Detalles</b>			
	<b>Viaducto Uruguayo</b>	<b>Puente Principal</b>	<b>Viaducto Argentino</b>
<b>Tipo de Baranda Peatonal</b>	Baranda Metálica	Baranda Metálica	Baranda Metálica
<b>Altura de Baranda (m)</b>	1.24	1.24	1.24
<b>Foto</b>			
<b>Tipo de Defensa Vehicular</b>	No posee	No posee	No posee
<b>Altura Defensa Vehicular (m)</b>	---	---	---
<b>Observaciones</b>	El puente posee en todo su desarrollo, una baranda metálica que cumple la función de baranda peatonal y defensa de tránsito. La misma está constituida por un larguero superior de caño galvanizado de Ø 67,10 mm y cables galvanizados de Ø 6 mm como largueros intermedios. Se observan postes de hormigón armado cada 3.50 m que soportan los largueros.		
<b>Desagües con Tubos</b>	Tubo Galvanizado	Tubo Galvanizado	Tubo Galvanizado
<b>Escaleras de Desagüe</b>			
<b>Observaciones</b>	Orificios de Ø 80 mm sobre la calzada del puente	Orificios de Ø 80 mm sobre la calzada del puente	Orificios de Ø 80 mm sobre la calzada del puente
<b>Dispositivo de Apoyo en Estribo</b>	Placa de Neopreno	Placa de Neopreno	Placa de Neopreno
<b>Observaciones</b>	Placa de neopreno de 35 x 50 x 6.9 cm - Ver Plano N° 173	Placa de neopreno de 35 x 50 x 6,9 cm - Ver Plano N° 173	Placa de neopreno de 50 x 35 x 5,4 cm - Ver Plano N° 216
<b>Dispositivo de Apoyo en Pila</b>	Anclaje	Anclaje	Anclaje / Placa de Neopreno
<b>Observaciones</b>	El apoyo se realiza mediante placas metálicas alcladas a las vigas y las pilas, hormigónado monolíticamente en una segunda etapa - Ver Plano 113	El apoyo se realiza mediante placas metálicas alcladas a las vigas y las pilas, hormigónado monolíticamente en una segunda etapa - Ver Plano 113	En las pilas 11 a 29 el apoyo se realiza mediante placas metálicas alcladas a las vigas y las pilas - Ver Plano 113. De las pila 30 a 56 se observan placas de neopreno de 35 x 50 x 5.4 cm - Ver Plano N° 114, 128, y 136



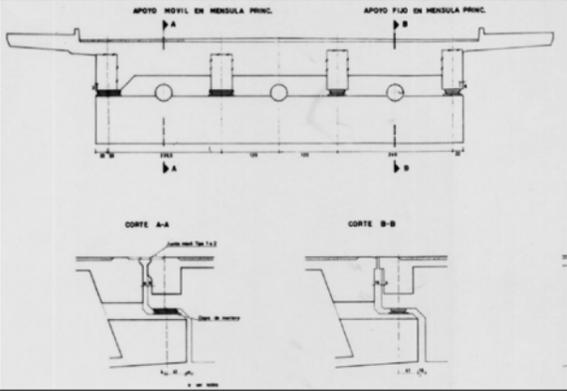
# SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina Libertador General San Martín

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 7

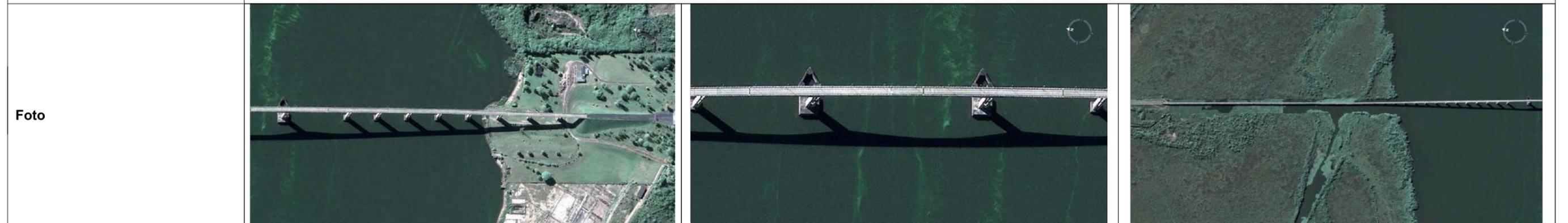


## Detalles

	Viaducto Uruguayo	Puente Principal	Viaducto Argentino
<b>Dispositivo de Apoyo en Tramo</b>	Placa de Neopreno	Placa de Neopreno	Placa de Neopreno
<b>Observaciones</b>	Placa de neopreno de 6 cm de espesor. Placa de acero de 300 x 300 x 20 mm sobre la mensula - Ver Plano 56	Placa de neopreno de 6 cm de espesor. Placa de acero de 300 x 300 x 20 mm sobre la mensula - Ver Plano 56	Placa de neopreno de 6 cm de espesor. Placa de acero de 300 x 300 x 20 mm sobre la mensula - Ver Plano 56
<b>Foto</b>			
<b>Iluminación</b>	Si	Si	Si
<b>Cunchos de Servicio</b>	Si	Si	Si
<b>Observaciones</b>			

## Obstáculo Hidráulico

<b>Obstáculo</b>	Río Uruguay
<b>Gálibo Garantizado (m)</b>	25
<b>Esviaje Obstáculo (°)</b>	98
<b>AnchoCauce Principal (m)</b>	1600
<b>Pendiente en la Zona del Pte. (%)</b>	0,0002
<b>Pendiente Media del Río (%)</b>	0,032



**Observaciones**

El puente se encuentra en el tramo del bajo Uruguay que va desde Nueva Palmira (Uruguay) Km 0 hasta Concepción de Uruguay (Argentina) Km 183. Se permite la navegación fluviomarina. El Río Uruguay presenta una cuenca de aporte de 331000 Km<sup>2</sup> aproximadamente que ocupa tres países; Brasil, Argentina y Uruguay. El cauce presenta un lecho mayormente arenoso con algunos sectores con basalto.



**SGP CARU - Planilla de Inventario Puente Internacional Uruguay - Argentina  
Libertador General San Martín**

Fecha: Junio de 2010

Hoja N°: 8

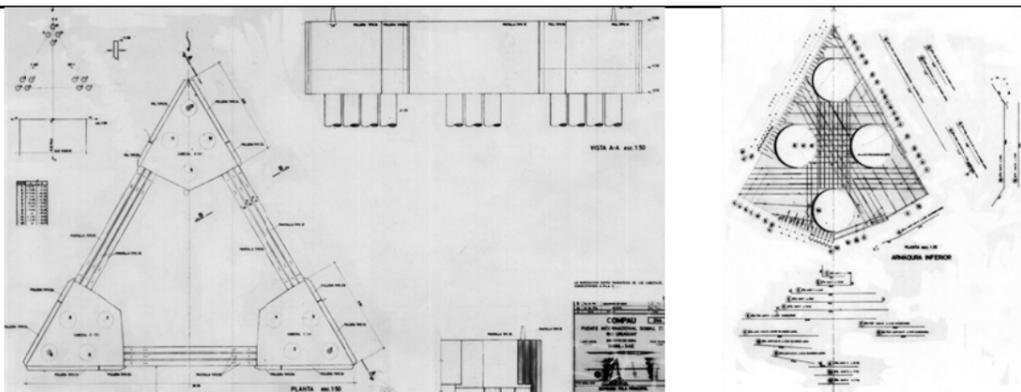


**Obstáculo Hidráulico**

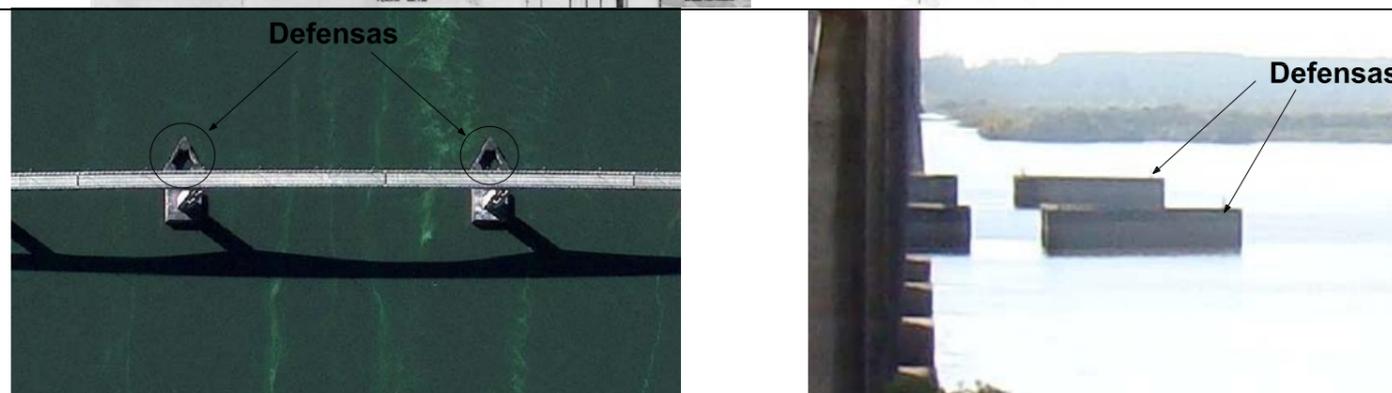
**Defensa Infraestructura**

No se observan defensas en las proximidades de la infraestructura del puente.

**Esquema**



**Foto**



**Observaciones**

El puente cuenta con defensas en las pilas principales del puente (10 y 11). Las mismas están constituidas por tres cabezales de hormigón armado vinculados entre sí, los cuales constituyen los vértices de un triángulo. La fundación de esta estructura se compone por cuatro pilotes de 1,50 metros de diámetro, por cada uno de los cabezales. La vinculación de los cabezales se llevó a cabo por medio de tres pantallas de de hormigón armado de 5,70 m de alto por 0,50 m de ancho cada una.

**Embalses Aguas Arriba**

Represa Salto Grande

**Datos de la Cuenca**

El Río Uruguay nace en la Sierra Do Mar (Estado de Santa Catarina-Brasil), a los 27°09 de latitud sur y a una altitud de 511 metros. Es una de las grandes arterias que componen el Sistema Hidrográfico del Plata, con una cuenca de 440.000 km<sup>2</sup> y un recorrido total de 1.600 km. En su origen, por territorio brasileño, transcurre su curso con orientación E-O, hasta su confluencia con el Río Pepirí Guazú, donde comienza a ser límite internacional entre Brasil y Argentina, torciendo su curso en dirección S-50 con un ancho promedio de 450 m. Continúa desarrollándose en dirección N-S, hasta la desembocadura de Río Cuareim, desde donde comienza a ser límite entre la R. O. del Uruguay y la República Argentina. A unos 15 km. al norte de la ciudad de Salto (R. O. U.) se erigió la Presa de Salto Grande, consecuencia de lo cual se formó un represamiento de 80.000 Has. Entre Concordia y Fray Bentos, posee un delta interior, con gran cantidad de islas e islotes. Por fin el tramo final se desarrolla en un gran estuario de unos 7 km. de ancho promedio y posee su mayor ensanchamiento con 12 km en la zona del Canal de Márquez. Su km 0, se halla frente a Punta Gorda (R. O. U.), desembocando en el Río de la Plata.

**Régimen**

Irregular

**Caudal Medio (m3/seg)**

4.500

**Caudal Máximo (m3/seg)**

36.000 (abril de 1959, medido en el Puerto de Concordia)

**Observaciones**

En su origen, se descargan anualmente lluvias de 2.000 mm., y en su cuenca las mismas oscilan entre 1.000 y 2.000 mm. anuales. Los caudales en invierno y primavera, se mantienen con promedios del orden de los 7.000 m<sup>3</sup>/seg. Durante el verano se produce el estiaje, alcanzando caudales inferiores a los 2.000 m<sup>3</sup>/seg.