

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

LM-PI-UP-PC05-2012

INSPECCIÓN DEL PASO SUPERIOR JUAN PABLO II RUTA NACIONAL No. 1

Preparado por:
Unidad de Puentes



San José, Costa Rica
30 de abril, 2012



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

1. Informe: LM-PI-UP-PC05-2012		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: INSPECCIÓN DEL PASO SUPERIOR JUAN PABLO II RUTA NACIONAL No. 1		4. Fecha del informe 30 de abril del 2012
5. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
6. Notas complementarias Ninguna.		
7. Resumen <i>En este informe se presentan los resultados de las inspecciones visuales del Paso Superior Juan Pablo II en la Ruta Nacional No.1. Estas inspecciones forman parte del proceso de inspección y evaluación de los puentes a lo largo de rutas nacionales concesionadas o en proceso de serlo que realiza la Unidad de Puentes del LanammeUCR según se establece en la ley 8114.</i>		
8. Palabras clave Puentes, concesión, Ruta Nacional No.1, Paso Superior Juan Pablo II, Intersección Hospital México	9. Nivel de seguridad: Ninguno	10. Núm. de páginas 50
11. Inspección e informe por: Ing. María José Rodríguez Roblero, MSc. Unidad de Puentes  Fecha: 30 / 04 / 2012		
12. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal LanammeUCR  Fecha: 30 / 04 / 2012	13. Revisado por: Ing. Rolando Castillo Barahona, PhD. Coordinador Unidad de Puentes  Fecha: 30 / 04 / 2012	14. Aprobado por: Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD. Coordinador General PITRA  Fecha: 30 / 04 / 2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	5
ALCANCE DEL INFORME.....	5
DESCRIPCIÓN.....	6
SEGURIDAD VIAL Y ESTADO DE CONSERVACIÓN ACTUAL.....	11
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
ANEXO A : NIVELES DE CLASIFICACIÓN SEGÚN DETERIORO....	33
ANEXO B : FORMULARIO DE INVENTARIO.....	37
ANEXO C : FORMULARIO DE INSPECCIÓN.....	43
ANEXO D: INFORME DE INSPECCIÓN 2006.....	51



1. INTRODUCCIÓN

Se preparó este informe de las inspecciones del Paso Superior Juan Pablo II sobre la Ruta Nacional No.1, también llamado Puente elevado No.1 Intersección Hospital México, como parte del proceso de evaluación de las estructuras de puentes a lo largo de rutas nacionales concesionadas o en proceso de serlo que realiza la Unidad de Puentes del LanammeUCR según se establece en la ley 8114. Las inspecciones se realizaron los días 08 de diciembre del 2011 y 16 de febrero del 2012.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de las inspecciones visuales fueron los siguientes:

- A. Proveer información básica del puente y proporcionar algunas dimensiones generales.
- B. Efectuar la inspección visual de sus componentes para evaluar el estado de deterioro de la estructura.
- C. Evaluar algunos aspectos de seguridad vial para reducir la probabilidad de accidentes.
- D. Proporcionar recomendaciones generales para dar mantenimiento y/o reparación.
- E. Completar los formularios de inventario y de inspección del puente utilizando como referencia el Manual de Inspección de Puentes del MOPT.
- F. Comparar el daño observado con aquel descrito en el informe del LanammeUCR emitido en el año 2006.

3. ALCANCE DEL INFORME

Este informe de inspección se limita a presentar recomendaciones generales para realizar mejoras, dar mantenimiento y efectuar reparaciones en el Paso Superior Juan Pablo II con base en observaciones realizadas en sitio durante las inspecciones visuales.

Se entiende por inspección visual el reconocimiento de todos los componentes del puente a los cuales se tiene acceso, por parte de un inspector o ingeniero experimentado con el fin de evaluar su estado de deterioro al día de la inspección. Para realizar dicha labor se utilizó como referencia el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 5 de 52
--------------------------------	---	----------------

Como complemento a la inspección visual se examinaron los planos de diseño del paso superior con el propósito de comprender la estructuración del mismo y recolectar información que permita completar los formularios de inventario, ya que en muchas ocasiones el inspector no tiene acceso físico o visual a algunos componentes de un puente.

Se recomienda realizar una inspección detallada y realizar ensayos especializados si se requiere verificar la capacidad estructural y funcional del puente o la capacidad soportante del suelo.

4. DESCRIPCIÓN

El paso superior cruza la intersección del Hospital México en la Ruta Nacional No. 1. Desde el punto de vista administrativo el puente se ubica en el distrito Uruca del cantón Central de la provincia de San José. Sus coordenadas en el sistema geográfico de ubicación corresponden con $9^{\circ}57'00.36''N$ de latitud y $84^{\circ}06'42.15''O$ de longitud. La figura 1 muestra la ubicación geográfica del puente en la hoja cartográfica Pavas 1: 10 000.

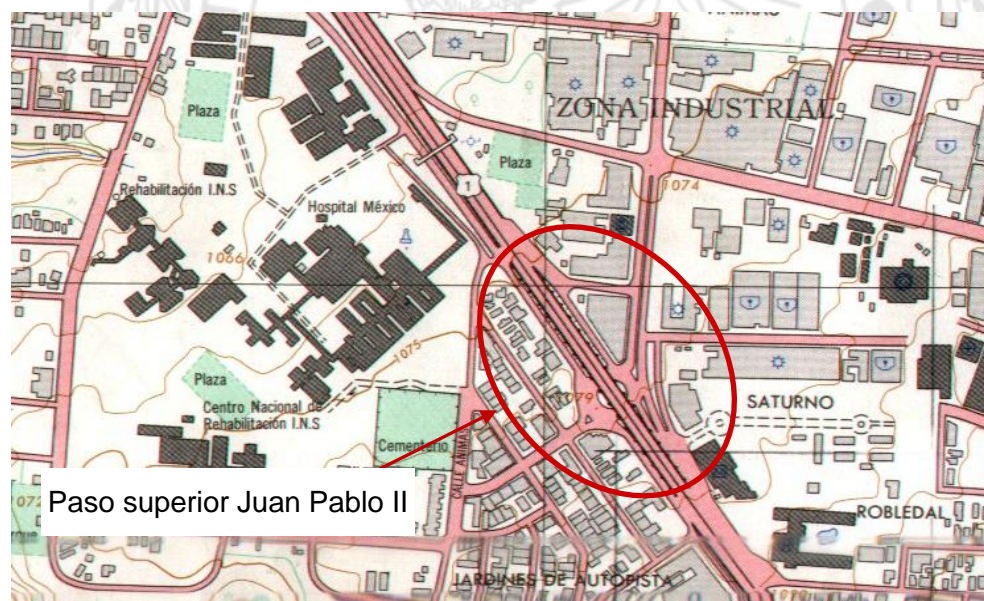


Figura 1. Ubicación del Paso superior Juan Pablo II en la hoja cartográfica Pavas 1:10000

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 6 de 52
--------------------------------	---	----------------

Las figuras 2 y 3 presentan una vista superior y una vista lateral respectivamente del Paso superior Juan Pablo II.



Figura 2: Vista superior del Paso superior Juan Pablo II



Figura 3. Vista lateral del Paso superior Juan Pablo II

El paso superior consiste de dos puentes idénticos paralelos según se muestra en la figura 4. En los planos están identificados como puente derecho (sentido San José – Alajuela) y puente izquierdo (sentido Alajuela – San José). Cada puente consiste de una superestructura apoyada a lo largo de siete pilas de altura variable (ver figura 5). Debido a la simetría de los puentes en la tabla 1 se presenta la descripción de una de las estructuras que conforman el paso superior. En el Anexo B se adjunta el formulario de inventario donde se incluyen las características básicas de la estructura.

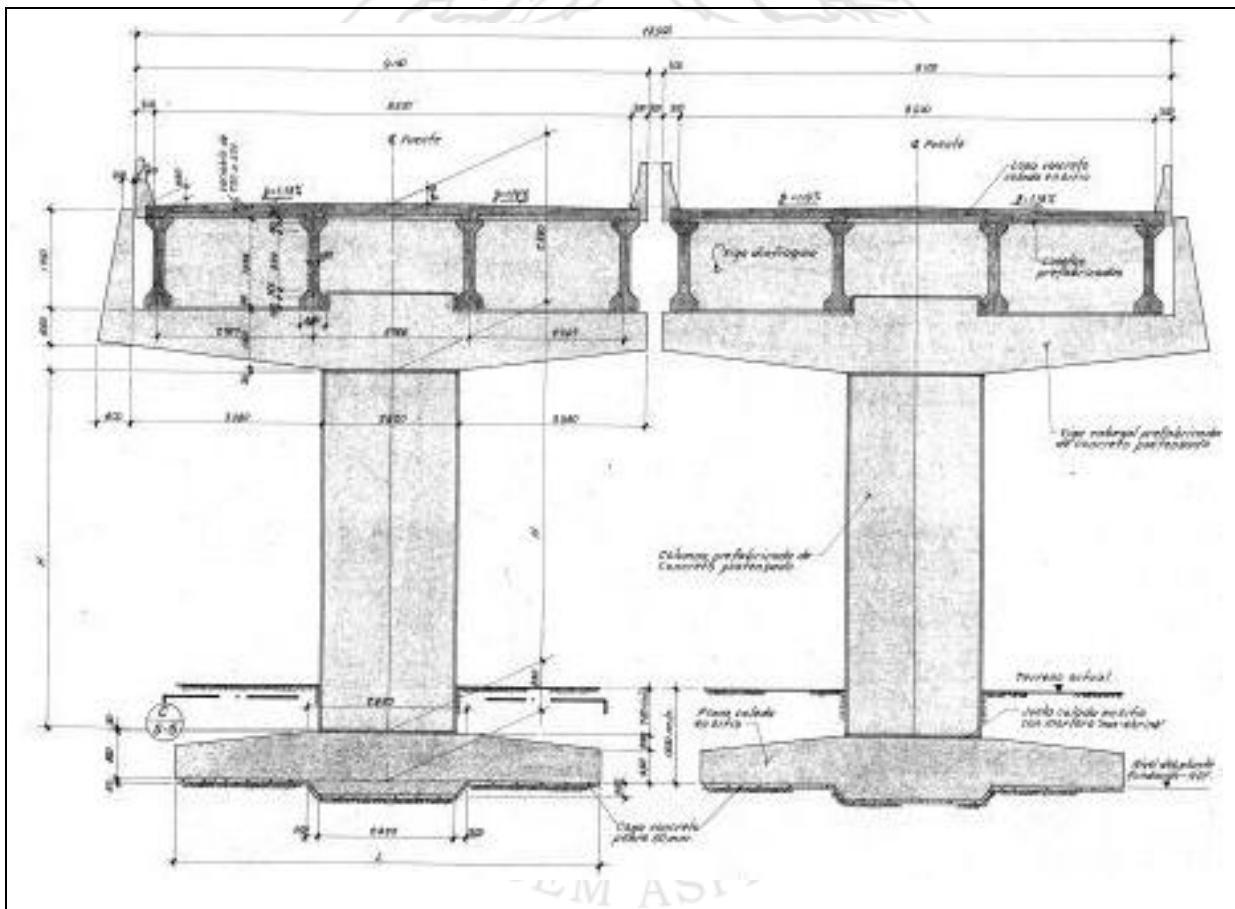


Figura 4. Sección transversal del Paso superior Juan Pablo II

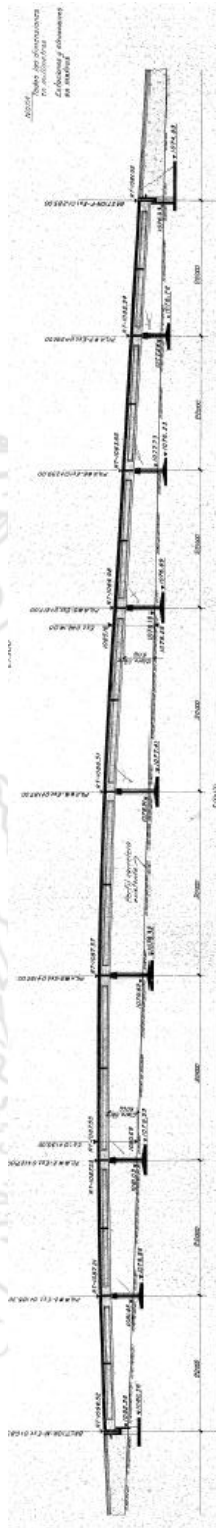


Figura 5. Perfil a lo largo de la línea centro del Paso superior Juan Pablo II

Tabla No 1. Características básicas del Paso superior Juan Pablo II

Geometría	Tipo de estructura	Paso superior
	Longitud total (m)	200
	Ancho total (m)	9,10 (un puente)
	Ancho de calzada (m)	8,50
	Número de tramos	8
	Alineación del puente	Recta
	Número de carriles	2 carriles (por puente)
Superficie de rodamiento (o desgaste) y accesorios	Tipo de superficie de desgaste	La superficie de desgaste es la misma losa de concreto
	Espesor de la superficie de desgaste (mm)	10 (según se indica en planos)
	Ancho libre de aceras (m)	No hay aceras
	Tipo de baranda	Barandas rígidas de concreto tipo New Jersey
	Ubicación de las juntas de expansión	Sobre los bastiones
	Tipo de juntas	Placas de acero dentadas
Superestructura	Número de superestructuras	1 superestructura por puente
	Tipo de superestructura	Viga continua
	Número de vigas principales	4 (por puente)
	Tipo de vigas principales	Vigas tipo I de concreto preesforzado
Apoyos	Tipo de apoyo en bastiones	Apoyos fijos (bastión Norte) y apoyos expansivos (bastión Sur)
	Tipo de apoyos en las pilas	Todos son apoyos expansivos
Subestructura	Número de elementos	2 bastiones, 7 pilas (por puente)
	Tipo de bastiones	Muro con contrafuertes (bastión Norte) Marco (bastión Sur)
	Tipo de pilas	Columna sencilla
	Tipo de cimentación	Placa
Diseño y construcción	Especificación de diseño original	A.A.S.H.T.O. 1977
	Carga viva de diseño original	HS 20-44
	Fecha de diseño	1981
	Fecha de construcción	1982

5. SEGURIDAD VIAL Y ESTADO DE CONSERVACION ACTUAL

La evaluación del puente se dividió en 4 áreas: (a) Seguridad vial, (b) Superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (c) Superestructura y (d) Subestructura. De esta manera se describe la condición del puente de una manera simple y ordenada y al mismo tiempo se ofrecen recomendaciones para realizar mejoras, mantenimiento y efectuar reparaciones. Estas observaciones y recomendaciones se resumen en las Tablas No.2 a No.5 las cuales se presentan a continuación.

En el Anexo C se incluye el formulario de inspección rutinaria del puente en donde se evalúa el grado de daño de sus elementos. La información incluida en este formulario puede utilizarse para actualizar el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) administrado por el MOPT.

Tabla No 2. Estado de la seguridad vial

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.1 Barandas	Se observaron varias secciones de las barandas donde se ha desprendido el concreto y el acero de refuerzo está expuesto, oxidado y deformado. (Ver figura 6). Los elementos de anclaje de las barandas presentan oxidación y corrosión (ver figura 7).	Reemplazar las barandas dañadas. Proteger los anclajes de las barandas con mortero de reparación. Evaluar si se deben instalar amortiguadores de impacto en los accesos al puente.
2.2 Guardavías	No existen guardavías en ninguno de los accesos.	Ninguna.
2.3 Aceras y sus accesos	No hay aceras en el paso superior. No son requeridas para este puente en particular.	Ninguna.

Tabla No 2. Estado de la seguridad vial (continuación)

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
2.4 Identificación	El Paso superior no se encuentra identificado.	Colocar un rótulo en ambos accesos al puente donde se indique el nombre del puente y el número de la ruta.
2.5 Señalización	En ambos puentes la demarcación está muy desgastada y es poco visible. Además no hay suficientes captaluces y los existentes están en mal estado. (Ver figura 8).	Demarcar el paso superior y las vías aledañas. Restituir los captaluces faltantes y aquellos que están en mal estado.
2.6 Iluminación	El paso superior cuenta con iluminación tanto en la parte superior como en la inferior.	Verificar que el sistema de iluminación tenga un funcionamiento adecuado.

Tabla No 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
3.1. Superficie de rodamiento	La superficie de rodamiento es la misma losa del puente, la cual cuenta con una capa de desgaste de 10 mm de espesor según se indica en planos. La evaluación de la losa se presenta en el inciso 4.1.	Ver inciso 4.1.
3.2. Drenajes de los accesos	Se observaron drenajes en las rampas de acceso del puente izquierdo que se encuentran obstruidos debido a la acumulación de sedimentos (ver figura 9).	Limpiar los drenajes de los accesos y establecer un programa de mantenimiento rutinario en el que se incluya la limpieza de los drenajes.

Tabla No 3. Estado de conservación de la superficie de rodamiento, accesorios, accesos y otros (continuación)

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
3.3. Accesos	Las losas sobre los rellenos de aproximación de ambos accesos presentan agrietamiento importante en dos direcciones (ver figura 10). Algunas losas están parcialmente cubiertas con una sobrecapa asfáltica (ver figura 11).	Sustituir las losas de concreto de los accesos que se encuentran dañadas.
3.4. Ductos de drenaje del puente	Algunos de los drenajes del puente están cubiertos por basura y sedimentos.	Limpiar la basura y sedimentos acumulados sobre la superficie del puente a lo largo de las barandas tipo New Jersey y desobstruir los drenajes.
3.5. Juntas de expansión	Las juntas de expansión de ambos puentes están cubiertas con sobrecapas asfálticas, lo cual podría indicar que se encuentran en mal estado. Las sobrecapas asfálticas impiden el adecuado funcionamiento de las juntas de expansión (ver figuras 12 y 13). Los vehículos deben reducir la velocidad para pasar sobre las juntas de expansión.	Eliminar las sobrecapas de asfalto que cubren las juntas de expansión y reemplazar las juntas de expansión, a menos que se demuestre que éstas están en buen estado.
3.6. Vibración del puente	Se percibe una vibración leve al paso de vehículos pesados.	Ninguna.

Tabla No 4. Estado de conservación de la superestructura

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
<p>4.1. Losa</p>	<p>La superficie superior de la losa exhibe agrietamiento en dos direcciones (Ver figura 14).</p> <p>En el puente izquierdo (sentido Alajuela – San José) se observaron varios agujeros en la losa. Se observó acero de refuerzo expuesto (ver figura 15). Algunos de los agujeros en la losa han sido reparados con una mezcla asfáltica (figura 16).</p> <p>En ambos puentes se observaron eflorescencias en algunas de las losas prefabricadas en la zona cercana a las pilas (ver figura 17). En todas las losetas en las que hay tubos colocados en los drenajes de la superestructura se observó evidencia de que se han producido filtraciones. (Ver figura 18).</p> <p>Se observó el acero de refuerzo de la losa expuesto en las zonas donde se colocaron los postes del alumbrado público. (Ver figura 19)</p>	<p>Se recomienda reparar inmediatamente los agujeros en la superficie superior de la losa y las secciones que presentan el acero de refuerzo expuesto para evitar que se dé una pérdida importante de la sección del acero y se produzca el avance de la oxidación y corrosión del refuerzo.</p> <p>Además se recomienda reparar las losetas prefabricadas que presentan agrietamiento cerca de los drenajes. Se recomienda evaluar el estado de los drenajes y reemplazar los que se encuentren deteriorados.</p> <p>Se recomienda proteger el acero de refuerzo de la losa que se encuentra expuesto en las zonas donde se colocaron los postes del alumbrado público.</p>

Tabla No 4. Estado de conservación de la superestructura (continuación)

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
4.2. Vigas principales	<p>Se observó descascaramiento del concreto y acero de refuerzo expuesto en la viga más cercana al centro, en el puente izquierdo en la zona cercana al bastión Sur. (Ver figura 20).</p> <p>La segunda viga (de Este a Oeste) del puente izquierdo presenta desprendimiento del concreto en la unión entre la viga y el diafragma del bastión Norte. (Ver figura 21).</p>	<p>Aplicar un mortero de reparación en las vigas que presentan el acero de refuerzo expuesto.</p>
4.3. Vigas diafragma	<p>La viga diafragma sobre el bastión Sur presenta desprendimiento del concreto. (Figura 22).</p> <p>Tanto en el puente izquierdo como en el puente derecho la viga diafragma del bastión Norte presenta desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto (Ver figura 23).</p>	<p>Determinar cuál es la causa del agrietamiento y desprendimiento del concreto observado en las vigas diafragma. Dependiendo de la causa que produzca el agrietamiento, se debe reparar las secciones de las vigas diafragma del bastión Norte y del bastión Sur donde se presentan los daños.</p>

Tabla No 5. Estado de conservación de la subestructura

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
5.1. Apoyos	<p>Se observa la acumulación de sedimentos, del concreto desprendido de la viga diafragma y del concreto proveniente de los trabajos de reparación realizados a la losa cerca del bastión Norte. (Ver figura 23).</p> <p>Los dos apoyos externos de las vigas principales sobre la pila 5 en el puente izquierdo (contando en sentido Sur - Norte) aparentan tener una deformación lateral permanente. (Ver figura 24).</p>	<p>Limpiar todo el material que se ubica en la zona de los apoyos.</p> <p>Verificar el desplazamiento aparente observado en los apoyos de las vigas principales sobre la pila 5 (de Sur a Norte) en el puente izquierdo y de ser necesario ajustar o reemplazar los apoyos.</p>
5.2. Viga cabezal de las pilas	Se observó desprendimiento del concreto bajo varios de los apoyos de neopreno sobre las pilas. (Figura 25).	Monitorear durante la siguiente inspección.
5.3. Cuerpo principal de las pilas	No se observaron daños en el cuerpo principal de las pilas.	Ninguna.
5.4. Bastiones	<p>Se observó la acumulación del concreto desprendido del diafragma sobre la viga cabezal del bastión Norte (figura 23).</p> <p>En ambos bastiones se observaron marcas de humedad producidas por filtraciones de agua a través de las juntas de expansión. (Ver figura 26).</p>	<p>Se recomienda realizar una limpieza de la zona de los apoyos.</p> <p>Se recomienda reemplazar las juntas de expansión para evitar que se produzcan filtraciones de agua.</p>

Tabla No 5. Estado de conservación de la subestructura (continuación)

Elementos	Observaciones	Recomendaciones
<p>5.5. Aletones</p>	<p>En los aletones del bastión Norte se observaron grietas diagonales por cortante con anchos de grieta entre 0,30mm y 0,50 mm. Las grietas se extienden en una longitud de 7m, la cual corresponde con la longitud del aletón. La presencia de estas grietas evidencia la falta de capacidad a cortante del bastión en la dirección longitudinal del puente. (Ver figuras 27 y 28).</p> <p>En el puente derecho se observó desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto en los aletones, tanto en el acceso Sur como en el acceso Norte. (Ver figuras 29 y 30).</p>	<p>Se recomienda iniciar el proceso de reforzamiento del puente.</p> <p>Se recomienda reparar los aletones en los puntos donde se presenta desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto.</p>
<p>5.6. Cimentaciones</p>	<p>No se tuvo acceso visual a las cimentaciones.</p>	<p>Ninguna.</p>



Figura 6. Pérdida de secciones de las barandas y acero de refuerzo expuesto (puente derecho) ocasionado por colisiones de vehículos contra la baranda



Figura 7. Oxidación en los elementos de anclaje de las barandas de contención vehicular.



Figura 8. Demarcación borrosa y captaluces en mal estado



Figura 9. Drenaje en la rampa de acceso Norte (puente izquierdo) obstruido debido a la acumulación de sedimentos



Figura 10. Agrietamiento de la losa de aproximación (acceso Alajuela, puente derecho)



Figura 11. Losas de aproximación que presentan agrietamiento sobre las cuales se colocó una sobrecapa asfáltica (acceso Alajuela, puente izquierdo)

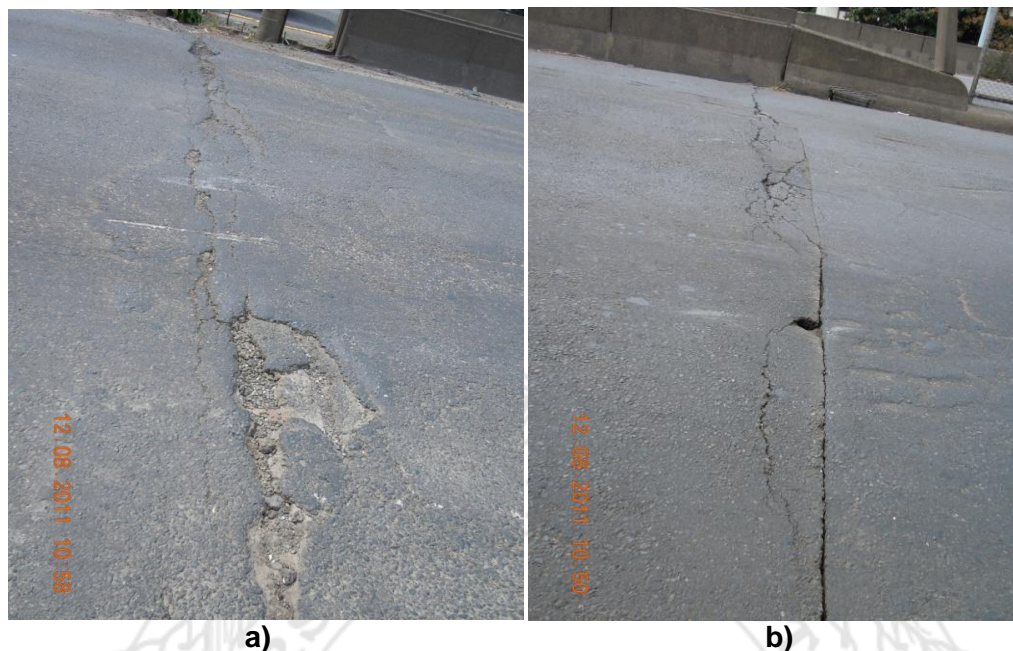


Figura 12. Las juntas de expansión del puente derecho (sentido San José-Alajuela) están cubiertas con una sobrecapa de asfalto (a) bastión Norte y (b) bastión Sur

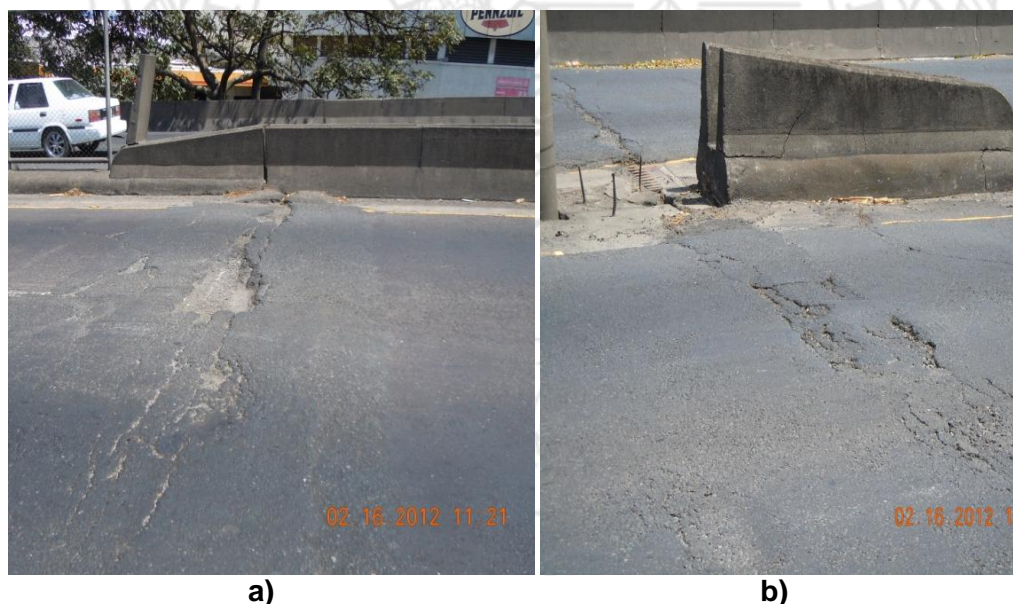


Figura 13. Estado de las juntas de expansión del puente izquierdo (sentido Alajuela-San José) (a) bastión Sur y (b) bastión Norte

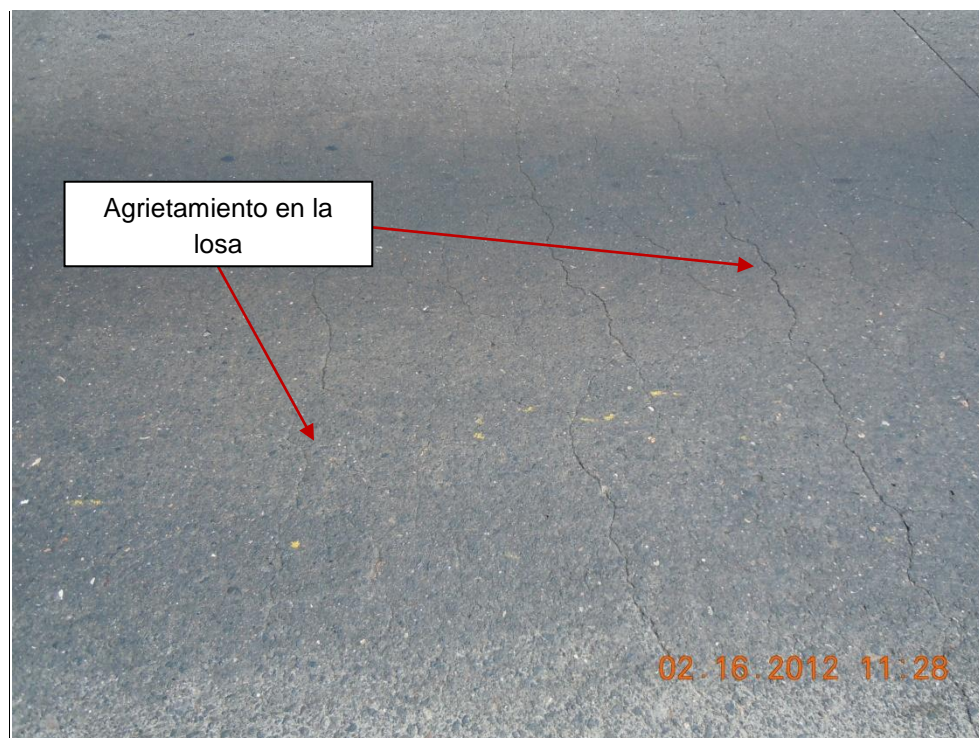


Figura 14. Agrietamiento observado en la superficie superior de la losa.



Figura 15. Agujeros en la losa y acero de refuerzo expuesto (puente izquierdo, sentido Alajuela – San José)



Figura 16. Agujeros en la losa cubiertos con mezcla asfáltica



Figura 17. Eflorescencias en la superficie inferior de la losa (puente izquierdo, sentido Alajuela – San José)



Figura 18. Filtración de agua en las zonas cercanas a los bajantes



Figura 19. El acero de refuerzo de la losa está expuesto en las zonas donde se colocaron los postes del alumbrado público.



Figura 20. Acero de refuerzo expuesto en una de las vigas principales (viga más cercana al centro en el puente izquierdo, sentido Alajuela – San José)



Figura 21. La segunda viga (de Este a Oeste) del puente izquierdo presenta desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto en la unión con el diafragma del bastión Norte.



Figura 22. Agrietamiento existente en la viga diafragma del bastión Sur



Figura 23. Desprendimiento del concreto y acero de refuerzo expuesto en la viga diafragma del bastión Norte (puente derecho).



Figura 24. Deformación lateral en los apoyos sobre la pila 5 (de Sur a Norte, puente izquierdo)



Figura 25. Desprendimiento del concreto en las vigas cabezales de las pilas bajo los apoyos expansivos de las vigas principales.



Figura 26. Filtración de agua a través de la junta de expansión en el muro del bastión Sur en ambos puentes (bastión Sur)



Figura 27. Agrietamiento por cortante en los aletones del bastión Norte



Figura 28. Agrietamiento por cortante en los aletones del bastión Norte



Figura 29. Pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto en el aletón del puente derecho (acceso Norte)



Figura 30. Pérdida del concreto y acero de refuerzo expuesto en el aletón del puente derecho (acceso Sur)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este informe se presentan las observaciones realizadas durante la inspección visual del Paso superior Juan Pablo II ubicado en la ruta concesionada San José – San Ramón (Ruta Nacional No.1).

Las Tablas No.2 a No.5 resumen la condición de deterioro del puente y proveen algunas recomendaciones generales.

En base a lo observado se concluye que el paso superior se encuentra en un estado que se clasifica como crítico debido a la falta de capacidad a cortante del bastión Norte (señalada desde el año 2006), el mal estado de las juntas de expansión, el agrietamiento existente en la losa del puente y en las losas sobre los rellenos de aproximación, la existencia de varios elementos que presentan desprendimientos del concreto y el acero de refuerzo expuesto, el deterioro existente en las barandas, entre otros daños.

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 30 de 52
--------------------------------	---	-----------------

El puente se clasificó como crítico con base en la clasificación presentada en la Tabla A1 incluida en el Anexo A, en la cual se asigna una clasificación según el nivel de deterioro observado en el puente.

Es por lo anterior que se recomienda la realización de las siguientes acciones:

1. Se sugiere iniciar el proceso para realizar el reforzamiento del puente.
2. Reparar de manera inmediata los agujeros existentes en la superficie superior de la losa del puente izquierdo (sentido Alajuela – San José) en donde se encuentra el acero de refuerzo expuesto.
3. Reemplazar las losas sobre los rellenos de aproximación que se encuentran agrietadas.
4. Eliminar la sobrecapa asfáltica que existe sobre las juntas de expansión y reemplazar las juntas existentes.
5. Reemplazar las barandas dañadas y verificar las condiciones de los anclajes de las barandas.
6. Demarcar la superficie del puente y las vías aledañas.
7. Evaluar si sería recomendable instalar amortiguadores de impacto en los accesos al puente.
8. Reparar la viga principal del puente izquierdo (cuarta viga de Oeste a Este) en los puntos donde se ha desprendido el concreto.
9. Determinar la causa del agrietamiento y desprendimiento del concreto en las vigas diafragma del bastión Norte y del bastión Sur y realizar las reparaciones pertinentes.
10. Verificar el desplazamiento lateral observado en los apoyos de las vigas principales sobre la pila 5 (de Sur a Norte) del puente izquierdo y de ser necesario ajustar o reemplazar los apoyos.
11. Reparar los aletones en los puntos donde presentan desprendimiento de concreto y acero de refuerzo expuesto.

12. Evaluar el estado de los drenajes y reemplazar los que se encuentren deteriorados para evitar que se produzcan filtraciones de agua sobre la losa y las vigas.
13. Colocar un rótulo donde se indique el nombre del paso superior y el número de ruta.
14. Elaborar y presentar por escrito el programa anual de limpieza periódica y mantenimiento preventivo y correctivo del puente, con el objeto de verificar cuáles actividades están contempladas y comprobar que se lleven a cabo con regularidad.

En el informe *“Puente Juan Pablo II. Informe 01: Estudio de la rehabilitación”* emitido por el LanammeUCR en el año 2006 se indicó como principales deterioros el agrietamiento en las losas del puente y en las losas de aproximación, el mal estado de las juntas de expansión, el agrietamiento y desprendimiento del concreto en el diafragma del bastión Norte y el mal estado de las barandas. Según las observaciones realizadas durante la inspección, los daños señalados en el 2006 aún se observan, lo cual indica que no se han tomado las medidas correctivas adecuadas.

En la evaluación del 2006 adicionalmente a la inspección visual se efectuó la evaluación estructural y se determinó que el paso superior requiere una intervención para que cuente con la capacidad necesaria para resistir las acciones sísmicas. Se indicó que en las zonas de apoyo de las vigas sobre las pilas en los claros de 30m el refuerzo negativo provisto no es suficiente para soportar las demandas por flexión negativa. También el bastión Norte (Alajuela) requiere ser reforzado, ya que los muros de corte (contrafuertes) no cuentan con el refuerzo para flexión y para cortante requeridos. Adicionalmente la fundación no tiene las dimensiones y refuerzo suficiente para soportar las cargas sísmicas. En el Anexo D se presenta el informe de evaluación citado.

En los anexos B y C se incluyen los formularios de inventario e inspección rutinaria del paso superior, en los cuales se recopila la información básica del puente y se evalúa el nivel de deterioro según las recomendaciones del Manual de Inspección de Puentes del MOPT. La información presentada en estos formularios puede utilizarse para actualizar el Sistema de Administración de Estructuras de Puentes (SAEP) administrado por el MOPT.

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 32 de 52
--------------------------------	---	-----------------



ANEXO A

Niveles de Clasificación según deterioro



Página intencionalmente dejada en blanco

Tabla A1. Descripción de los niveles de clasificación cualitativa según el estado de deterioro del puente

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACION
MANTENIMIENTO GENERAL	No se han observado daños importantes. Podrían existir daños mínimos en elementos no estructurales. Estos daños no implican un riesgo para la seguridad de los usuarios del puente. Los daños requieren ser reparados durante los trabajos de mantenimiento rutinario que se debería realizar. Por ejemplo: acumulación de maleza y sedimentos sobre la calzada y en los accesos al puente, obstrucción de los drenajes del puente y sus accesos, daños menores en las barandas existentes y falta de señalización.
REGULAR	Se han observado daños en elementos no estructurales y daños mínimos en elementos principales. Estos daños implican un riesgo bajo para la seguridad de los usuarios. Se requiere brindar mantenimiento y realizar reparaciones mínimas lo antes posible. Por ejemplo: daños mayores en barandas, decoloración o pérdida de la señalización del puente (líneas de centro o de borde), faltante de captaluces o delineadores verticales, oxidación localizada y baches en los accesos del puente.
DEFICIENTE	Se observan daños en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños no implican una reducción en la capacidad del puente. Además existen daños que afectan la funcionalidad del puente. Es necesaria la intervención inmediata para evitar que el daño se extienda o empeore y se convierta en crítico. Por ejemplo: daños en juntas de expansión que requieren su sustitución, ausencia de barandas, refuerzo expuesto, corrosión en elementos de acero, inicio de erosión del cauce, comienzos de socavación, falta de mantenimiento en dispositivos de amortiguamiento y rotura o pérdida de pernos en conexiones de elementos secundarios.
CRÍTICO	Se observan daños severos en elementos principales como vigas, losas, bastiones y pilas. Estos daños podrían implicar una reducción en la capacidad del puente y podría ser necesario colocar una restricción de carga. Cuando el puente se encuentra en este estado puede requerir de una intervención inmediata y la realización de estudios para determinar la capacidad de carga. Entre los daños que implican este estado se pueden mencionar: agujeros en losas, grietas en una y dos direcciones en losas, grietas estructurales en elementos principales (grietas por cortante y flexión), pérdida importante de sección en los elementos de acero por corrosión, longitud de asiento insuficiente, socavación avanzada en pilas y bastiones, rotura o pérdida de pernos en conexiones entre elementos principales y grietas en placas de conexión.





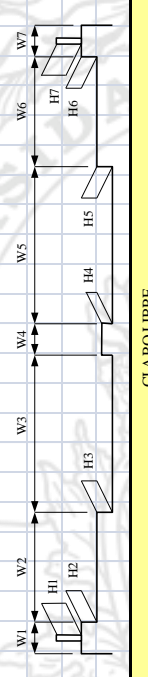

ANEXO B

Formulario de Inventario

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 37 de 52
--------------------------------	---	-----------------







Página intencionalmente dejada en blanco

NOMBRE DEL PUENTE		Paso superior Juan Pablo II		PROVINCIA		San José		ADMINISTRADO POR		CONA VI ZONA 1-9		DIA		MES		AÑO											
No. DE LA RUTA		1		LOCALIDAD		CANTON		San José		LATITUD NORTE		9 ° 57 '		FECHA DE DISEÑO		1981											
KILOMETRO		2,430		DISTRITO		Uruca		LONGITUD ESTE		84 ° 6 '		FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION		1982													
ELEMENTOS BASICOS				ANCHO TOTAL				DIMENSIONES				UBICACION															
DIRECCION DE LA VIA HACIA				Alajuela				CALZADA				Paso Superior Juan Pablo II															
TIPO DE ESTRUCTURA				Paso Superior				ITEMS																			
CARGA VIVA				HS20-44				W(m)				0,300															
LONGITUD TOTAL				200,00				H(m)				0,900															
ESPECIFICACION				AASHTO 1977				CLARO LIBRE				<table border="1"> <tr> <th>ALTURA LIBRE VERTICAL</th> <th>SUPERIOR</th> <th>INFERIOR</th> <th>N/A</th> <th>W</th> <th>WAPROX</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5,066</td> <td>18,5</td> <td></td> </tr> </table>				ALTURA LIBRE VERTICAL	SUPERIOR	INFERIOR	N/A	W	WAPROX				5,066	18,5	
ALTURA LIBRE VERTICAL	SUPERIOR	INFERIOR	N/A	W	WAPROX																						
			5,066	18,5																							
No. DE SUPER ESTRUCTURA				1				ANTECEDENTES DE INSPECCION																			
No. DE TRAMOS				8				DIA				MES															
No. DE SUB ESTRUCTURA				9				AÑO				TIPO DE INSPECCION															
LONGITUD DE DESVIO				0,422				2006				Inspección rutinaria															
PENDIENTE LONGITUDINAL				+4,-6 %				ING. CARLOS FERNANDEZ																			
FECHA DE ULT. PINTURA				No aplica																							
SERVICIOS PUBLICOS				1 No hay																							
2				Interscción Hospital México																							
CRUZA SOBRE				1																							
2																											
TIPO				Concreto				ANTECEDENTES DE REHABILITACION																			
PAVIMENTO				ORIGINAL				ELEMENTOS				RESUMEN DE CONTRA MEDIDAS															
ESPESOR				No se tiene información				DIA				MES															
SOBRECAPA				No se tiene información				AÑO				AÑO															
AÑO				2003				Year																			
TOTAL DE VEHICULOS				83.507				Car																			
% DE VEHICULOS PESADOS				No se tiene información																							
RESTRICCIONES				POR CARGA				No tiene				t															
				POR ALTURA				No tiene				m															
				POR ANCHO				No tiene				m															
OBSERVACIONES				El paso superior consta de dos superestructuras idénticas. En este formulario se presenta la información para una de las estructuras.																							
VISTA PANORAMICA																											

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II		LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONA VIZONA 1-9			DIA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				CANTON	LATITUD NORTE	LONGITUD ESTE			
KILOMETRO	2,430		km	Urueca	Urueca	9	57	6	42,15	-	1982
No. DE ESTRUCTURA	ALINEACION DE PLANTA		MATERIALES	SUPERESTRUCTURA	TIPOS	LONGITUD TOTAL	TRAMO MAXIMO	No. DE PRINCIPALES	ALTURA	VIGAS PRINCIPALES DE SUPERESTRUCTURA	
	No. DE TRAMOS	Recta								Concreto	Viga I
1	8										
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
No. DE ESTRUCTURA	TIPO DE JUNTAS DE EXPANSION		MATERIALES	ESPESOR	TIPO DE PINTURA	AREA PINTADA	FECHA DE ULT. PINTURA		EMPRESA ENCARGADA		
	UBICACION INICIAL	UBICACION FINAL					DIA	MES		AÑO	
1	Placas dentada	Placas dentada	Concreto	0,22-0,27	No aplica	m ²	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	
2				m		m ²					
3				m		m ²					
4				m		m ²					
5				m		m ²					
6				m		m ²					
7				m		m ²					
8				m		m ²					
9				m		m ²					
10				m		m ²					

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II		PROVINCIA	LOCALIDAD	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 1-9			AÑO			
	1	CLASIFICACION				Primaria	San José	San José		Urteca	LATITUD NORTE	LONGITUD ESTE
No. DE LA RUTA	2.430		km		TIPO			APOYO				
KILOMETRO	2.430		km		TIPO			APOYO				
No. DE	MATERIALES	TIPO	ALTURA	FORMA	PILA			TIPO	TIPO DE PILOTES	INICIAL	FINAL	ANCHO DE ASIENTO
					ANCHO	LARGO	DIMENSIONES					
B1*	Concreto	Marco	6,16 m	No aplica	2,50 m	1,05 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	0,76 m
P1	Concreto	Columna sencilla	5,41 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P2	Concreto	Columna sencilla	6,15 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P3	Concreto	Columna sencilla	7,20 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P4	Concreto	Columna sencilla	7,25 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P5	Concreto	Columna sencilla	6,44 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P6	Concreto	Columna sencilla	5,58 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
P7	Concreto	Columna sencilla	4,71 m	Columna sencilla	2,42 m	0,75 m	Placa	No aplica	No aplica	Expansivo	-	No aplica
B2*	Concreto	Muro con contrahuerte	6,19 m	No aplica	18,58 m	0,25 m	Placa	No aplica	No aplica	-	Fijo	0,64 m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m
			m		m	m						m

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II		LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONAMI ZONA 1-9			DIA	MES	AÑO
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION				CANTON	LATITUD NORTE	LONGITUD ESTE			
	1	Primaria		San José	San José	9	57	0,36	-	-	1981
KILOMETRO	2,430	km		Uruca	Uruca	84	6	42,15	-	-	1982
No.	1	UBICACION	Vista general	No.	2	UBICACION	No.	3	Vista lateral		
											
NOTA	DIA	MES	AÑO	NOTA	DIA	MES	AÑO	NOTA	DIA	MES	AÑO
	16	2	2012		8	12	2011		8	12	2011
No.	4	UBICACION	Vista lateral	No.	5	UBICACION	Vista inferior	No.	6	UBICACION	Vista de la vía inferior
											
											
											
NOTA	DIA	MES	AÑO	NOTA	DIA	MES	AÑO	NOTA	DIA	MES	AÑO
	16	2	2012		16	2	2012		16	2	2012



ANEXO C

Formulario de inspección rutinaria



Formulario de Inspección puente derecho

DIRECCION DE PUENTES		INSPECCION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)		TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO		COMENTARIOS	
NOMBRE DEL PUENTE	CLASIFICACION	LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONVIVIZONA 1-9	FECHA DE DEBIDO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION
Paso Superior Juan Pablo II (puente Derecho)	Pimintá		San José			036	
No. DE LA RUTA	1		CANTON	LATITUD NORTE	9	57	1981
KILOMETRO	2430	km	DISTRITO	LONGITUD ESTE	84	6	1982
1. PAVIMENTO	1. ONDULACION	2. ZURCOS	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHES	5. SOBRECAPAS DE ASFALTO		
2. BARANDA (ACERO)	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALDANTE			
3. BARANDA (CONCRETO)	1. AGRIETAMIENTO	2. ACERO DE REFUEZO ESPUESTO	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUIDAS	6. ACERO DE REFUEZO	
4. JUNTA DE EXPANSION	1. SONIDOS EXTRASOS	2. FUGAS DE AGUAS	3. FALTANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUIDAS	6. ACERO DE REFUEZO	
5. LOSA	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGUJEROS
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	1. ONDULACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE PERNOS	5. CRIFETAS EN SOLERA DE PLACA		
7. SISTEMA DE ABRIBOYAMIENTO	1. ONDULACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE UNIONES	5. BOTURA DE ELEMENTOS		
8. PINTURA	1. DIFUSION	2. AMPOLLAS	3. DISCASCARAMIENTO	4. PERDIDA DE PERNOS	5. CRIFETAS EN SOLERA DE PLACA		
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
10. VIGA DIAGONAL DE CONCRETO	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
11. APOYOS	1. ROTURA DE APOYOS	2. DEFORMACION EXTERNA	3. INCLINACION	4. DEPLAZAMIENTO			
12. CUBRO PRINCIPAL (BASTON)	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
13. CUBRO PRINCIPAL (PILA)	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
14. MARTELLO (PILA)	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
15. CUBRO PRINCIPAL (PILA)	1. CRIFETAS EN UNA DIRECCION	2. CRIFETAS EN DOS	3. DISCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUEZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
EVALUACION							
1. Ningún dño visible						Sin Socavacion	
2. En pocos lugares						Tendencia a socavarse	
3. En muchos lugares						Socavacion no peligroso	
4. En menos de la mitad						Socavacion peligroso	
5. En la mayoría de las partes						Condición de Emergencia	
FECHA INSPECCION							
8		12		2012		Ing. Manf. José Rodríguez	
NOMBRE DE INSPECTOR							
FIRMA							

Formulario de Inspección puente izquierdo

DIRECCION DE PUENTES		INSPESION DE PUENTES (GRADO DE DAÑO)		TIPO DE DAÑO Y EVALUACION DEL GRADO DEL DAÑO		COMENTARIOS	
NOMBRE DEL PUENTE	Clasificación	LOCALIDAD	PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 1-9	FECHA DE DISEÑO	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION
Paseo Superior Juan Pablo II (puente Esquiado)	Primaria		San José			0.36	
No. DE LA RUTA	2.400		San José	LATITUD NORTE	9	57	1981
KILOMETRO	2.400	km	San José	LONGITUD ESTE	84	6	1982
1. PAVIMENTO	1. ONDULACION	2. ZURCOS	3. AGRIETAMIENTO	4. BACHES	5. SOBREGUAS DE ASFALTO		
	3	1	4	1	1		
2. BARANDA (ACERO)	1. DEFORMACION	2. OXIDACION	3. CORROSION	4. FALTAS ANTE			
	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica			
3. BARANDA (CONCRETO)	1. AGRIETAMIENTO	2. ACERO DE REFUERZO POR RUSTO	3. FALTAS ANTE				
	1	4	3				
4. JUNTA DE EXPANSION	1. SONIDOS EXTRAÑOS	2. FILTRACION DE AGUAS	3. FALTAS ANTE O DEFORMACION	4. MOVIMIENTO VERTICAL	5. JUNTAS OBSTRUIDAS	6. ACERO DE REFUERZO	
	3	4	2	1	5	1	
5. LOSA	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	7. AGUJEROS
	5	4	1	4	2	2	3
6. VIGA PRINCIPAL DE ACERO	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. PERDIDA DE PERNOS	5. GRESAS EN SOLDADURA O PLACA		
	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica			
7. SISTEMA DE ARRIOSTRAMIENTO	1. OXIDACION	2. CORROSION	3. DEFORMACION	4. ROTURA DE UNIONES	5. ROTURA DE ELEMENTOS		
	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica		
8. PINTURA	1. DECOLORACION	2. AMPOLLAS	3. DESCASCARAMIENTO				
	No aplica	No aplica	No aplica				
9. VIGA PRINCIPAL DE CONCRETO	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
	1	1	1	3	2	1	
10. VIGA DIAPHRAGMA DE CONCRETO	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
	2	1	3	3	2	2	
11. APOYES	1. ROTURA DE APOYES	2. DEFORMACION EXTRAÑA	3. INCLINACION	4. DESPLAZAMIENTO			
	1	3	1	1			
12. PARED CARBAYAL Y AUTOS (BASTON)	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
	4	1	3	4	1	1	
13. CUERPO PRINCIPAL (BASTON)	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
	1	1	1	1	1	1	
14. MARTILLO (PILA)	8. INCLINACION	9. SOCAVACION					
	1	No aplica					
15. CUERPO PRINCIPAL (PILA)	1. GRIETAS EN UNA DIRECCION	2. GRIETAS EN DOS	3. DESCASCARAMIENTO	4. ACERO DE REFUERZO	5. NIDOS DE PIEDRA	6. EFLORESCENCIA	
	1	1	1	1	1	1	
	8. SOCAVACION						
	No aplica						
EVALUACION						GRADO DEL DAÑO	SOCAVACION
1						Ningún dño visible	Sin Socavación
2						En pocos lugares	Tendencia a socavarse
3						En muchos lugares	Socavación no peligrosa
4						En menos de la mitad	Socavación peligrosa
5						En la mayoría de las partes	Condición de Emergencia
8	12	2012	FECHA		INSPECCION	NOMBRE DE INSPECTOR	FIRMA
						Ing. María José Rodríguez	

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II		LOCALIDAD	PROVINCIA	San José	ADMINISTRADO POR	CONA VI ZONA 1-9			DIA	MES	AÑO					
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					Primaria	CANTON	San José				LATITUD NORTE	9 °	57	0,36	FECHA DE DISEÑO
KILOMETRO	2,430		DISTRITO	Unuca	LONGITUD ESTE	84 °	6	42,15	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	-	-	1982					
No.	1	UBICACION	Losa de aproximación		No.	2	UBICACION	Losa de aproximación		No.	3	UBICACION	Baranda del puente				
NOTA	Fisuras en la losa de aproximación y en la carpeta asfáltica colocada sobre ella																
No.	4	UBICACION	Baranda del puente		No.	4	UBICACION	Baranda del puente		No.	4	UBICACION	Baranda del puente				
DIA	8	MES	12	AÑO	2011							DIA	8	MES	12	AÑO	2011
NOTA	Exposición a la intemperie y oxidación de los anclajes de las barandas																
DIA	8	MES	12	AÑO	2011							DIA	8	MES	12	AÑO	2011
NOTA	Rotura en la sobrecapa de asfalto colocada sobre la junta de expansión																
DIA	8	MES	12	AÑO	2011							DIA	8	MES	12	AÑO	2011
NOTA	Fisuras en la carpeta asfáltica colocada sobre la losa de aproximación en los accesos																
DIA	16	MES	2	AÑO	2012							DIA	16	MES	2	AÑO	2012
NOTA	Rotura en la sobrecapa de asfalto colocada sobre la junta de expansión																
DIA	16	MES	2	AÑO	2012							DIA	16	MES	2	AÑO	2012
NOTA	Faltante de secciones y exposición del acero de refuerzo de la baranda																
DIA	8	MES	12	AÑO	2011							DIA	8	MES	12	AÑO	2011
NOTA	Rotura en la sobrecapa de asfalto colocada sobre la junta de expansión																
DIA	16	MES	2	AÑO	2012							DIA	16	MES	2	AÑO	2012
NOTA	Rotura en la sobrecapa de asfalto colocada sobre la junta de expansión																
DIA	16	MES	2	AÑO	2012							DIA	16	MES	2	AÑO	2012
NOTA	Rotura en la sobrecapa de asfalto colocada sobre la junta de expansión																

NOMBRE DEL PUENTE	Paseo superior Juan Pablo II		LOCALIDAD	PROVINCIA	San José	ADMINISTRADO POR	CONA VI ZONA 1-9			DIA	MES	AÑO															
	No. DE LA RUTA	CLASIFICACION					LATITUD NORTE	°	'				"	FECHA DE DISEÑO													
KILOMETRO	2,430	km	DISTRITO	Urreca	LONGITUD ESTE	°	'	"	FECHA DE CONCLUSION DE CONSTRUCCION	Losa del puente																	
No.	7	UBICACION	No.	8	UBICACION	Losa del puente			No.	9	UBICACION	Losa del puente															
 <p>02-16-2012 11:25</p>													 <p>02-16-2012 11:25</p>			 <p>02-16-2012 11:25</p>			 <p>02-16-2012 11:25</p>			 <p>02-16-2012 11:25</p>			 <p>02-16-2012 11:25</p>		
NOTA	Agritamiento en la losa del puente		DIA	MES	AÑO	Agujero y acero de refuerzo expuesto			NOTA	Descauramiento a lo largo del acero de refuerzo			DIA	MES	AÑO												
No.	10	UBICACION	Losa del puente			No.	11	UBICACION	Losa del puente			No.	12	UBICACION	Losa del puente												
 <p>02-06-2011 08:51</p>													 <p>02-06-2011 08:51</p>			 <p>02-06-2011 08:51</p>			 <p>02-06-2011 08:51</p>			 <p>02-06-2011 08:51</p>			 <p>02-06-2011 08:51</p>		
NOTA	Agujeros en losa del puente rellenos con asfalto		DIA	MES	AÑO	Agujeros en losa del puente rellenos con asfalto			NOTA	Eflorescencias en la superficie inferior de la losa del puente			DIA	MES	AÑO												
No.	16	UBICACION	Losa del puente			No.	16	UBICACION	Losa del puente			No.	16	UBICACION	Losa del puente												

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II		LOCALIDAD	PROVINCIA	CANTON	DISTRITO	ADMINISTRADO POR	CONAVIZONA I-9		UBICACION	DIA	MES	AÑO
	CLASIFICACION	PRIMARIA						NO.	UBICACION				
No. DE LA RUTA	1		Primaria	San José	San José	Ureca		9 ° 57 ' 0,36 "	84 ° 6 ' 42,15 "	15			1981
KILOMETRO		2,430	km							No.			1982
No.	13		Losa del puente										Bastión Norte
													
NOTA	Acero de refuerzo expuesto en losa a causa de insalubridad de postes de alumbrado												
DIA	8	MES	12	AÑO	2011								
UBICACION	Bastión Sur												
No.	16												
													
NOTA	Descascaramiento del concreto en intersección de viga principal y diafragma												
DIA	16	MES	2	AÑO	2012								
UBICACION	Bastión Norte												
No.	18												
													
NOTA	Descascaramiento del concreto y exposición del acero de refuerzo. Viga diafragma bastión norte.												
DIA	8	MES	12	AÑO	2011								
UBICACION	Bastión Norte												
No.	17												
													
NOTA	Reparaciones realizadas a la superficie inferior de la losa del puente cerca del apoyo norte.												
DIA	8	MES	12	AÑO	2011								
UBICACION	Bastión Norte												
No.	18												
													
NOTA	Agratamiento en viga diafragma sobre bastión sur												
DIA	16	MES	2	AÑO	2012								

NOMBRE DEL PUENTE	Paso superior Juan Pablo II	LOCALIDAD		PROVINCIA	ADMINISTRADO POR	CONAVI ZONA 1-9			UBICACION	No.	UBICACION	No.	UBICACION	DIA	MES	AÑO	
		Primaria	km			San José	San José	Unica									LATITUD NORTE
Nº. DE LA RUTA	1	2,430	km	San José	San José	Unica	9 °	57 ' 0,36 "	84 °	6 ' 42,15 "	21	Bastión Sur				1981	
KILOMETRO																	1982
No.	19	UBICACION	Apoyos	No.	20	UBICACION	Viga cabezal	No.	21	UBICACION							
 <p>02.16.2012 09:56</p>																	
NOTA	Deformación lateral de los apoyos de recropo de las vigas principales en pilas y bastiones			NOTA	Desprendimiento del concreto cerca de los apoyos en vigas cabezal			NOTA	Filtración de agua a través de las juntas en bastión			NOTA	Acero expuesto en alerones del puente				
DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO
16	2	2012	16	2	2012	16	2	2012	8	12	2011	8	12	2011	8	12	2011
UBICACION	Bastión Norte		UBICACION	Bastión Norte		UBICACION	Bastión Norte		UBICACION	Bastión Sur		UBICACION	Bastión Sur		UBICACION	Bastión Sur	
No.	22	UBICACION		No.	23	UBICACION		No.	24	UBICACION		No.	24	UBICACION		No.	24
 <p>02.16.2012 11:43</p>																	
NOTA	Arietamiento por cortante en los alerones (marcos de cortante) del puente.			NOTA	Acero expuesto en alerones del puente			NOTA	Acero expuesto en alerones del puente			NOTA	Acero expuesto en alerones del puente				



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

P I T R A

ANEXO D

Informe de inspección del año 2006
(El informe consta de 38 páginas)

Informe No. LM-PI-UP-PC05-2012	Fecha del emisión: 30 de abril del 2012	Página 51 de 52
--------------------------------	---	-----------------

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales - Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica - Tel. (506) 2511-2500 - Fax (506) 2511-4440 - E-mail: dirección@lanamme.ucr.ac.cr



PUENTE JUAN PABLO II

**INFORME 01:
ESTUDIO DE LA REHABILITACIÓN**

Junio de 2006

ÍNDICE

1.- INTRODUCCION	3
2.- DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	4
3.- DOCUMENTACION EMPLEADA	8
4.- ESTADO DE CONSERVACION	8
5.- EVALUACION ESTRUCTURAL	26
6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39

1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe forma parte de los estudios realizados como parte del proyecto de la Autopista General Cañas, Bernardo Soto y Radial Santa Ana-San Antonio, su objetivo es el de brindar un resumen de los resultados obtenidos en la de la evaluación de las condiciones estructurales actuales de puente "JUAN PABLO II".

La metodología de evaluación seguida consiste en determinar primero, a partir de una serie de inspecciones visuales cual es el estado actual de los diferentes componentes estructurales (muros, vigas, uniones, losas, barandas y junta). Posteriormente se realiza una evaluación estructural de las posibles demandas sobre los diferentes componentes de la estructura. La determinación de esta demanda se realiza de acuerdo con la normativa vigente, evaluando la seguridad de los elementos estructurales principales a partir de las dimensiones y armaduras recogidas en los planos de proyecto y construcción.

A partir de los estudios realizados se formulan las recomendaciones tanto de conservación y rehabilitación como de los posibles estudios requeridos para poder determinar el grado de seguridad de la estructura, el cual es necesario para integrar la estructura dentro de la nueva autopista en condiciones óptimas de funcionamiento y seguridad estructural.

2.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El Puente Juan Pablo II está situado en la estación 4+500 de la Autopista General Cañas. Esta estructura consta de dos puentes paralelos idénticos de concreto estructural en donde la mayoría de sus elementos son prefabricados y con algunos otros colados en el sitio. La tipología es de una superestructura continua en su dirección longitudinal con columnas o muros en voladizo en su dirección transversal (Figura 1).



Figura 1: Puente Juan Pablo II

El alineamiento horizontal del puente es recto en tanto que el alineamiento vertical cuenta con una curva que eleva la rasante en los tramos centrales. La estructura no cuenta con sesgo alguno.

El ancho total de la calzada de cada uno de los puentes es de 9.40 m, repartidos en dos carriles de 4.25m de ancho cada uno y dos pequeños espaldones de 0.45m de ancho. Adicionalmente a cada lado de la calzada se colocan barandas perimetrales del tipo New Jersey en concreto reforzado.

El puente tiene una longitud total de 200.0m divididos en cinco vanos de 22.0m de largo y tres vanos de 30.0m. A lo largo de los 200.0m de tablero no existen juntas transversales ya que el tablero es una estructura continua. La estructura se ha resuelto mediante cuatro ejes longitudinales de vigas de sección tipo California de 1.52m de peralte total separada a cada 2.76m entre si. El ancho de las vigas de de 0.48m en su parte más ancha y de 0.18m en el alma. La plataforma se completa a partir de una losa estructural formada por losetas prefabricadas y un completamiento estructural colado en sitio, ambas losas dan un espesor total que varía entre los 0.22m y 0.27m.

El puente cuenta con dos bastiones diferentes ambos colados en sitio, el bastión norte (lado Alajuela) es del tipo cajón con muros de corte en tanto que el bastión sur (San José) esta constituido por un sistema de marcos transversal. En la dirección longitudinal, todas las fuerzas de sismo son soportadas en el bastión norte.

Las pilas son del tipo prefabricadas con alturas variables para poder dar la curva vertical, estos elementos son unidos a los cabezales mediante cables de postensión de alta resistencia (Figura 2). Las vigas principales se apoyan sobre las pilas mediante almohadillas deslizables de tal manera que las pilas no transmiten fuerzas longitudinales de sismo. En la viga cabezal se ha

previsto una llave de corte que permita la transmisión de las fuerzas transversales de sismo.



Figura 2: Pilas Prefabricadas

La cimentación de las pilas es del tipo directa mediante una placa superficial rectangular con dimensiones variables dependiendo de la altura y ubicación de la pila. La unión entre la pila y la fundación es mediante cables de postensión que cruzan la placa y que se tensan en la parte superior de la pila.

Las aproximaciones a los puentes corresponden a rellenos de aproximación con altura variable los cuales están confinados mediante muros de retención de concreto prefabricados tipo "T" invertida que trabajan en voladizo. La losa de rodamiento en toda el área de aproximación es de concreto colado en sitio con juntas transversales.

De acuerdo con la investigación de suelos, el medio soportante es del tipo arcilla-limosa y limo-arcilloso con una consistencia que varía desde blanda en la parte superior hasta compacta y rígida a partir de los 8.0m de profundidad. La capacidad de soporte con un factor de seguridad de 3.0 varía entre las 18.0 ton/m² y las 25.0 ton/m².

3.- DOCUMENTACIÓN EMPLEADA

Para la evaluación de la estructura se ha contado con la siguiente documentación:

Planos de proyecto, fechados en mayo 1981

Documentación Fotográfica adicional.

4.- ESTADO DE CONSERVACIÓN

Para determinar el estado actual de la estructura se realizaron dos visitas de inspección visual al puente Juan Pablo II. Los resultados de estas inspecciones se comentan a continuación:

4.1.- Superestructura:

i. Vigas Principales

Las vigas prefabricadas en sección "I" no muestran grietas de ningún tipo (flexión o Cortante), se encuentran en excelente estado y adicionalmente, para la condición de carga permanente, muestra una contra flecha.

En algunos sectores se aprecia la existencia de manchas en las caras de las vigas, las cuales son el producto de filtración de agua a través de la losa.

ii. Diafragmas:

Los diafragmas centrales se encuentran libres de cualquier tipo de fisuras o grietas, de igual manera, los diafragmas en las pilas no dan muestra de ningún tipo de deterioro.

Los diafragmas en las conexiones con los bastiones muestran la presencia de grietas, la mayoría de estas por cortante diagonal producto de la acción de las fuerzas sísmicas, en algunos casos incluso se aprecia la pérdida de concreto y la exposición de varillas de acero (Figura 3).



Figura 3: Deterioro en diafragmas de conexión a bastiones

iii. Losa de Rodamiento:

La losa de rodamiento esta construida mediante el uso de losetas prefabricadas pretensadas de 7.5 cm. de espesor y de un completamiento estructural de concreto colado en el sitio.

Las losetas prefabricadas se encuentran en excelente estado (Figura 4), no se aprecia la presencia de fisuras o grietas de por flexión. En las zonas de apoyo en las vigas principales, tampoco se aprecia la presencia de grietas por concentración de esfuerzos o problemas de apoyado.



Figura 4: Losetas Prefabricadas

En lo que corresponde a la losa de completamiento estructural colada en sitio, esta muestra un grado de deterioro importante. Existe un patrón de fisuramiento superficial generalizado a lo largo de todo el puente con grietas distribuidas en forma aleatoria en prácticamente todos los tramos

(Figura 5), producto probablemente del acero colocado muy cerca de la superficie y de una posible retracción plástica inicial.



Figura 5: Fisuras en losa de rodamiento

En algunas zonas se aprecia la pérdida del concreto de recubrimiento y con la correspondiente exposición del acero de refuerzo (Figura 6). Adicionalmente, en los puntos donde se localizan los bajantes o tragantes se muestra la presencia del flujo de agua a través de la losa.



Figura 6: Deterioro en losa de rodamiento



Figura 7: Manchas en bajantes

iv. Barandas:

Las barandas son prefabricadas con conexiones coladas en sitio mediante barras de acero. Estos elementos se encuentran en buen estado en un 80% de la longitud de baranda. En las zonas de los accesos al puente, las barandas presentan un deterioro importante donde se aprecia la pérdida de concreto y con exposición del acero de refuerzo (Figura 8). Adicionalmente en algunas zonas, se aprecia el deterioro completo de la conexión con exposición del 100% del acero. Algunas barandas presenta la exposición total o parcial de los herrajes previstos para el montaje inicial de estos elementos, si bien es cierto esta situación no tiene implicaciones desde el punto de vista estructural, si tiene el inconveniente de favorecer la presencia de manchas por corrosión (Figura 9).



Figura 8: Deterioro en barandas New Jersey



Figura 9: Herrajes de conexión expuestos

v. Apoyos Elastoméricos:

Los apoyos de las vigas principales son del tipo elastomérico reforzados con láminas de acero. Adicionalmente, los apoyos en pilas y en el bastión San José, los apoyos son del tipo deslizante de tal manera que permitan el movimiento longitudinal de la superestructura sin que transmitan fuerzas en esa dirección a la subestructura (Figura 10).

En general los apoyos se encuentran en buen estado, no se aprecian fallas de aplastamiento en los neoprenos o por pérdida de confinamiento de las placas de refuerzo, no se aprecian daños en la conexión de las placas previstas en las vigas principales o en los cabezales.



Figura 10: Apoyos elastoméricos en bastiones

Particularmente, en los apoyos de los bastiones, se aprecia la acumulación de basura y desechos que implican la necesidad de un mantenimiento menor en esos apoyos (Figura 11). Sin embargo dado el buen estado que en general estos elementos presentan, no se ve la necesidad de su sustitución.



Figura 11: Acumulación de desechos en bastiones

vi. Juntas de Movimiento:

Dado que la superestructura del puente es continua, solo existen juntas de movimiento en los ejes de los bastiones. Las juntas son del tipo "Steel Fingers".

Estas juntas se encuentran completamente deterioradas, las conexiones al concreto se han perdido prácticamente en todo el largo de la junta (Figura 12). Adicionalmente, para evitar los problemas de circulación de los vehículos se ha utilizado revestimientos en asfalto en gran parte de la longitud de la junta, situación que ha incrementado el deterioro.



Figura 12: Deterioro de juntas de Movimiento

Debido al alto grado de deterioro de la junta, la canoa colectora del agua superficial se ha perdido completamente, por lo que, durante época de lluvia existe un flujo permanente de agua en estas zonas. Por el alto grado de deterioro de esta junta, es recomendable la sustitución completa de estos elementos.

4.2.- Subestructura:

La subestructura del puente Juan Pablo II la constituyen siete ejes de pilas prefabricadas y dos bastiones, todos de concreto. De acuerdo con los

planos suministrados, los bastiones son colados en el sitio, en tanto que las pilas son prefabricadas y postensadas. El estado de los componentes de la subestructura es el siguiente:

i. Pilas:

Las pilas son de concreto prefabricado con resistencias de 350 kg/cm², postensadas en forma continua con la fundación y los cabezales. Estos elementos son básicamente muros de corte con aros de confinamiento en sus extremos. El estado actual de estos elementos es muy favorable, no se aprecia la presencia de grietas ni fisuras. Las vigas de cabezal están libres de daños y no cuentan con deformaciones en los segmentos en voladizo. De igual forma en las llaves de cortante colocadas en la parte superior no hay evidencia de daños ni deterioro alguno.

En algunos ejes se evidencia la presencia de manchas producto de la circulación de agua ya sea a través de la losa o en tragantes obstruidos, sin embargo, en general no hay daños en estos elementos.

ii. Bastiones:

Ambos bastiones presentan características diferentes. El bastión San José es un sistema de marco que no participa en la respuesta sísmica longitudinal de la estructura. En general su estado es satisfactorio, presenta un leve nivel de fisuramiento, más que todo debidas a contracción, con muestras de circulación de agua en muchas de ellas. En la zona de los diafragmas de conexión a la superestructura se aprecia en algunos casos la presencia de fisuras en forma diagonal debidas probablemente a la acción de fuerzas sísmicas en el sentido transversal (Figura 13). En la parte superior del cabezal, se aprecia la pérdida de concreto en el parapeto de

retención. Como defecto general, se aprecia la suciedad de los paramentes de concreto, tanto por envejecimiento como por pintadas y restos de carteles pegados.



Figura 13: Pérdida de concreto en bastiones

El caso del bastión Alajuela (Figuras 14 y 15), su estado es similar al observado en el bastión San José, sin embargo, en este se aprecia la presencia de grietas diagonales en los muros de alentón que muestran la participación de este elemento para soportar las fuerzas de sismo longitudinal (Figura 16). En este caso el ancho de las fisuras ronda los 2.0 mm y en algunos caso, particularmente en la zona cercana a los muros de retención de los accesos se aprecian manchas producto del paso del agua.

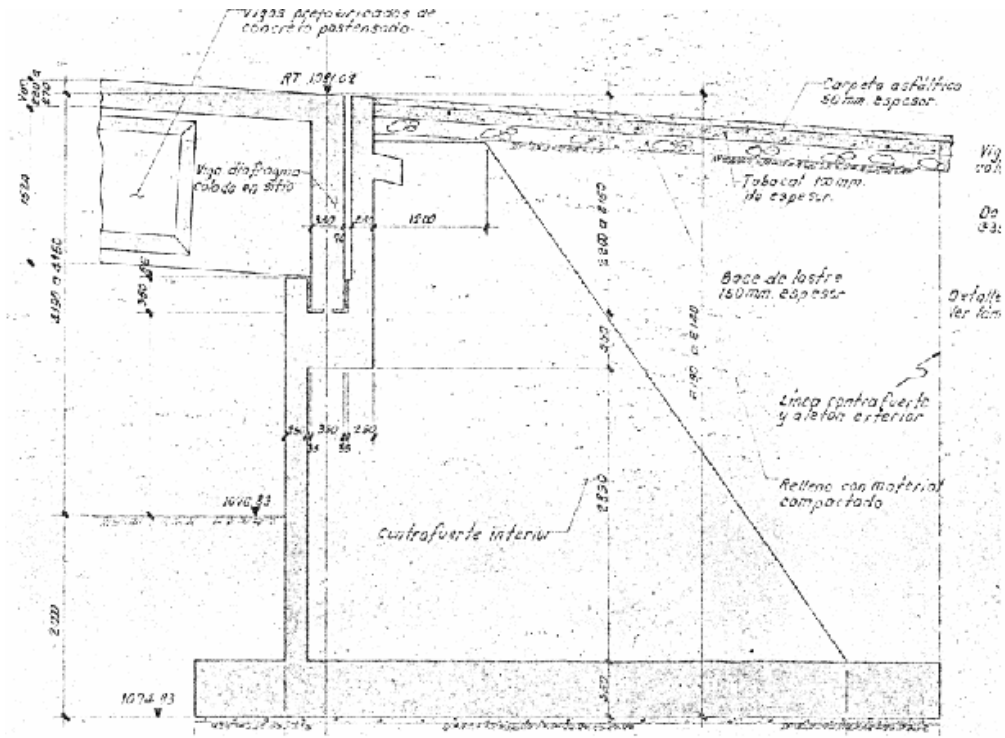
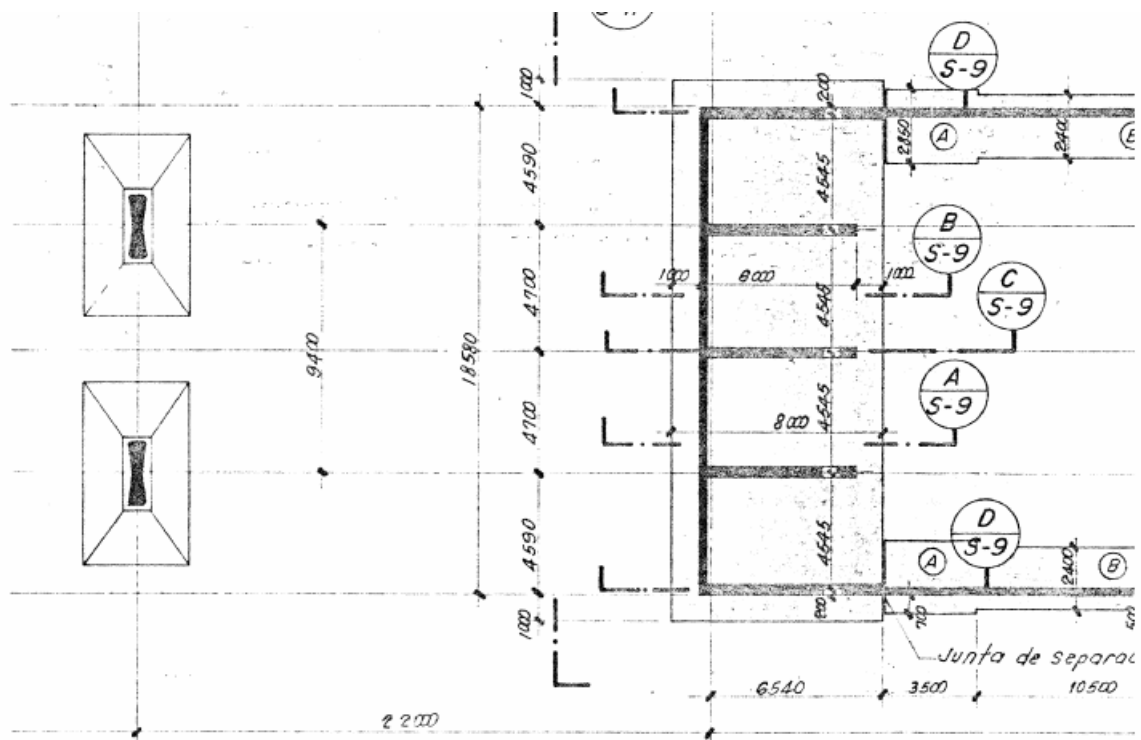


Figura 14: Detalle bastión Alajuela



Figuras 15: Detalle de Fundación bastión Alajuela



Figura 16: Fisuramiento diagonal en bastión Alajuela

4.3.- Fundaciones:

La evaluación del estado actual de las fundaciones queda fuera del alcance de este nivel de investigación, sin embargo debe mencionarse que no se aprecian hundimientos o asentamientos de suelos en las zonas de proyección de las zapatas de fundación tanto en bastiones como en las pilas (Figura 17).

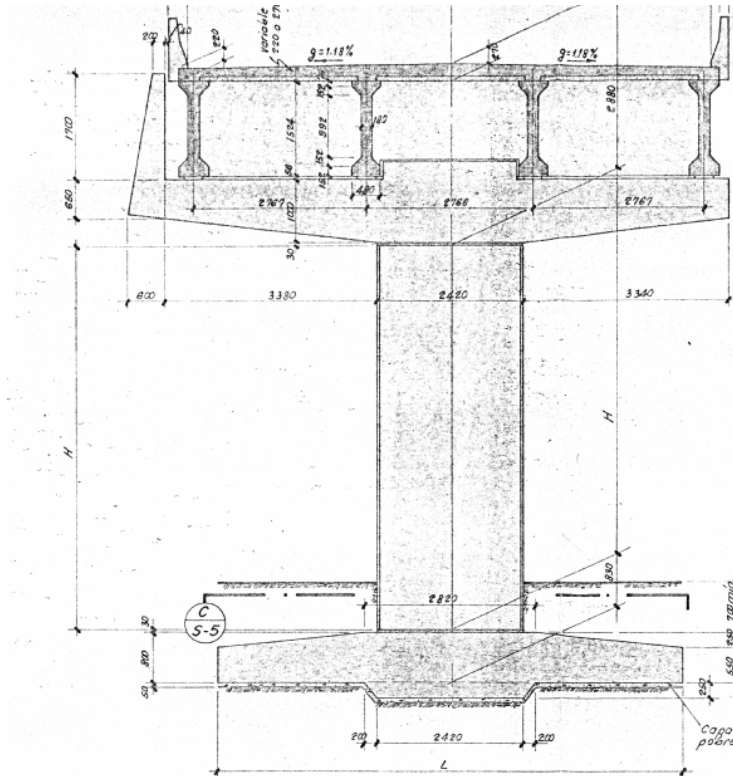


Figura 17: Detalle de Fundaciones en Pilas Prefabricadas

4.4.- Estructuras de Acceso:

El Puente Juan Pablo II cuenta con dos rellenos de acceso al mismo, los cuales cumplen la función de transición entre los niveles de aproximación de la carretera y la altura requerida en el sector de la rotonda. En estos accesos se distingue la presencia de dos elementos estructurales, esto es: muros de retención de los rellenos para el confinamiento de los rellenos y losa de rodadura. El estado actual de estos elementos es el siguiente:

i. Muros de Retención:

Los muros de concreto se encuentran en un buen estado de conservación, se aprecian en algunos casos la existencia de fisuramientos leves, más que todo por retracción y en algunos casos, se da la presencia de manchas por corrosión de los herrajes expuesto de anclaje de las barandas New

Jersey. No se distingue el desplome de las paredes verticales, lo cual evidencia el buen estado de estas estructuras de retención.

ii. Losa de Rodamiento:

La losa de rodamiento en los accesos al puente es de concreto reforzado, su estado actual muestra un alto grado de deterioro, donde existe un fracturamiento generalizado de la losa a lo largo de ambos accesos (Figuras 18 y 19). Se aprecian hundimientos de gran magnitud, probablemente producto de reacomodo del material de relleno a lo largo del tiempo. En muchas zonas se aprecia la reparación de huecos y fracturas en la losa mediante el uso de recubrimientos y bacheos asfálticos, los cuales probablemente han incrementado la velocidad de deterioro de la losa de concreto. Es imprescindible la sustitución total de la misma.



Figura 18: Deterioro en losa sobre relleno de aproximación



19: Deterioro en losa sobre relleno de aproximación

5.- EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

A partir de la información suministrada en los planos originales de este proyecto, se elaboró un modelo estructural tridimensional en el programa SAP2000 que permitiera estimar la magnitud de las demandas en los diferentes elementos estructurales para cada una de las condiciones de carga pertinentes (Figura 20). Una vez determinadas las demandas generadas por carga permanentes, temporal y sismo se ha procedido y estimadas las capacidades remanentes de los diferentes elementos estructurales se ha procedido a su comparación para determinar su rango de seguridad.

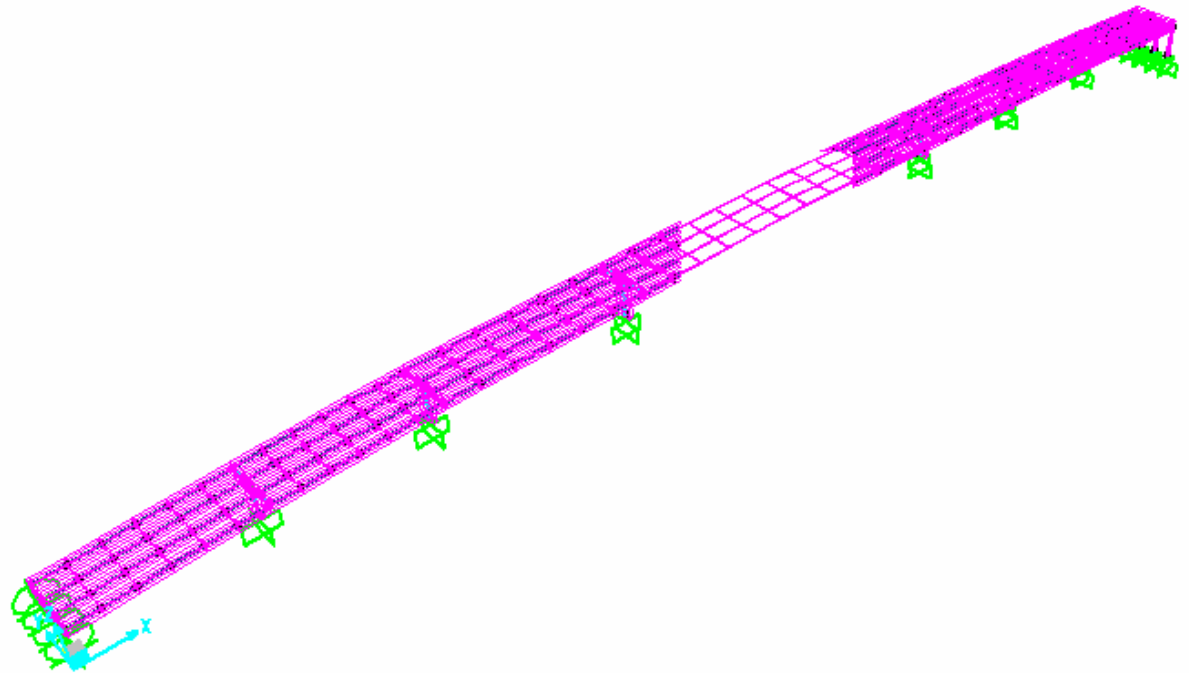


Figura 20 Modelo Tridimensional Puente Juan Pablo II

Para estimar la resistencia de los diferentes materiales y a partir de estos aproximar las resistencias nominales de los elementos estructurales para cortante, flexión y carga axial se hizo uso de la información suministrada en los planos constructivos iniciales del proyecto.

De acuerdo con los planos, el diseño original fue desarrollado en 1981 por la empresa Franz Sauter y Asociados. Las especificaciones de diseño utilizadas son:

- **Cargas de Diseño:**

De acuerdo con AASHTO 1977 y con una carga vehicular tipo HS20-44 (camiones de 32.0 toneladas).

- **Materiales:**

Concreto Estructural:

Zapatas de fundación	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$
Cabezales y Pilas Prefabricadas	$f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$
Vigas Principales y Loseta	$f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$
Sobre losa colada en sitio	$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de refuerzo:

Según ASTM A615, Grado 60 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Acero de preesfuerzo:

Según ASTM A 416, Grado 270 sistema CONA Múltiple
Torones ½".

El cálculo estructural se ha realizado mediante un modelo tridimensional en SAP2000 donde se han considerado en forma completa e integral todos los elementos que conforman la estructura. Para la definición tanto las cargas como de la forma en que estas se combinan, así como de los factores para la reducción de las resistencias nominales, estos se han definido de acuerdo con la norma "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications", tercera edición de 2004. Como excepción, los datos climáticos y las acciones sísmicas se han adaptado a las condiciones locales de Costa Rica.

Dado que el cálculo se ha realizado con objeto de verificar el nivel de seguridad de la estructura, se revisa únicamente la resistencia de los elementos más significativos bajo las combinaciones de carga

correspondientes a los estados límites últimos de situaciones normales (STRENGTH) y accidentales o extremas (EXTREME).

Los elementos estructurales analizados han sido los siguientes:

Vigas principales

Pilas y cimentaciones

Losa de tablero

En todos los casos se ha seguido el formato de seguridad LRFD de acuerdo con la ecuación siguiente (art. 1.3.2):

$$S_d = \sum \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r$$

S_d : Solicitación mayorada.

η_i : Modificadores de cargas.

γ_i : Coeficientes de mayoración.

Q_i : Efecto de las acciones.

ϕ : Factor de reducción de resistencia.

R_n : Resistencia nominal.

R_r : Resistencia minorada.

Los modificadores de carga correspondientes a ductilidad, hiperestaticidad e importancia de funcionamiento, se han tomado todos con valor unidad a falta de información más precisa. Los coeficientes de mayoración se han fijado de acuerdo con el artículo 3.4.1 para cada combinación analizada. Como coeficientes de minoración de resistencia se han tomado los establecidos en el artículo 5.5.4.2 de la norma de diseño.

En la exposición de resultados que sigue se emplea con carácter general el concepto de coeficiente de seguridad. En todos los casos se determina dicho coeficiente sobre acciones mayoradas y resistencias minoradas, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$CS = \frac{R_r}{S_d}$$

Por lo tanto, para que un elemento estructural sea seguro es suficiente con un coeficiente de seguridad superior a 1.00.

5.1.- Vigas principales

Las vigas principales se han estudiado frente a los esfuerzos de flexión y cortante en las secciones críticas. En ambos casos se ha comprobado que el nivel de seguridad es suficiente.

Para el caso de las vigas con luz de 22 metros, los resultados obtenidos para los Coeficientes de Seguridad en flexión y cortante son:

Coeficientes de seguridad a flexión.

	En el Apoyo	Al centro del Claro
Vigas laterales	1.19	1.27
Vigas centrales	1.03	1.31

Coeficientes de seguridad a cortante

	En el Apoyo	Al Centro del Claro
--	-------------	---------------------

Vigas laterales	1.11	1.35
Vigas centrales	1.18	1.42

Para el caso de las vigas con luz de 30 metros, los resultados obtenidos para los Coeficientes de Seguridad en flexión y cortante son:

Coeficientes de seguridad a flexión.

	En el Apoyo	Al centro del Claro
Vigas laterales	0.89	1.20
Vigas centrales	0.75	1.28

Coeficientes de seguridad a cortante

	En el Apoyo	Al Centro del Claro
Vigas laterales	1.11	1.35
Vigas centrales	1.21	1.44

Como se puede apreciar, para el caso de los momentos en las zonas de apoyo en las pilas (momentos negativos) los valores obtenidos para el coeficiente de seguridad para vigas de 30.0 metros son inferiores a la unidad, esto implica que se requiere reforzar estas zonas (aproximadamente a cada 6.0 metros del borde de la pila a cada lado).

5.2.- Losa del Tablero

Se ha comprobado la losa entre vigas de acuerdo con el método indicado anteriormente en cuanto a norma de diseño. Se ha considerado como luz de flexión la máxima distancia entre ejes de vigas menos medio patín del ala superior de la viga (2.77m).

Con las consideraciones anteriores, se han obtenido los siguientes coeficientes de seguridad:

	Flexión Positiva	Flexión Negativa
CS	1.97	1.48

Ambos coeficientes de seguridad resultan ser muy superiores a la unidad, lo cual indica que el refuerzo existente es suficiente y adecuado para soportar las demandas que sobre estos elementos se puede genera. No obstante se debe tener presente que la superficie superior de la losa presenta un deterioro importante, el cual es el resultado del poco recubrimiento que se ha dejado sobre la malla del acero superior, por lo tanto para garantizar el buen desempeño de la losa es importante tomar las medidas pertinentes.

5.3.- Revisión de las Pilas

i. Revisión de la Viga de Cabezal

Las vigas de Cabezal se han estudiado frente a los esfuerzos de flexión y cortante en las secciones críticas. En ambos casos se ha comprobado que el nivel de seguridad es suficiente.

	Flexión Crítica	Cortante
CS	1.05	1.40

Las vigas de Cabezal cuenta con la resistencia adecuada para soportar las demandas producto de las cargas vehiculares tipo HL-93.

ii. Revisión de las Columnas

El puente Juan Pablo II cuenta con siete ejes de pilas, cada una de esta es de diferente altura, por lo tanto la distribución de las cargas laterales es diferente para cada eje. Dado que las vigas principales son libres de desplazarse en la dirección longitudinal, solo es necesario evaluar las demandas por sismo en la dirección transversal.

Debe quedar claro, que para estos elementos las condiciones críticas para flexión y cortante corresponden a las combinaciones de carga con sismo, por lo tanto las columnas de las pilas se han estudiado frente a los esfuerzos de flexión y cortante en las secciones críticas que incluyen sismo. En ambos casos se ha comprobado que el nivel de seguridad es suficiente.

	Flexión Crítica CS	Cortante CS
Pila Eje 1	5.10	5.31
Pila Eje 2	2.79	3.78
Pila Eje 3	1.75	2.14
Pila Eje 4	1.68	2.00

Pila Eje 5	2.97	4.27
Pila Eje 6	4.16	6.22
Pila Eje 7	11.8	10.2

Las columnas de las pilas cuenta con la resistencia adecuada para soportar las demandas producto de las cargas vehiculares tipo HL-93.

iii. Revisión de la Fundación

Las fundaciones se han estudiado las condiciones de demanda sin sismo y con sismo. Los efectos producto de las cargas vehiculares se evalúan de acuerdo con dos condiciones de carga:

- i. Carga vehicular completa en ambos carriles (condición de carga axial máxima),
- ii. Carga vehicular actuando solamente en un carril (condición para momento transversal máximo).

La capacidad de soporte del suelo se asume como $q_{ULT} = 60 \text{ ton/m}^2$, lo anterior de acuerdo con el estudio de suelos suministrado por "Ingeotec" para este proyecto.

La condición de seguridad se revisa para dos parámetros:

- i. Demanda máxima sobre el suelo,
- ii. Estabilidad de la placa a partir de su excentricidad.

Con las consideraciones anteriores, se han obtenido los siguientes coeficientes de seguridad:

Condición de Carga sin Sismo:

	Esfuerzos sobre el Suelo CS	Estabilidad de la Fundación CS
Pila Eje 1	1.13	6.31
Pila Eje 2	1.25	6.67
Pila Eje 3	1.22	7.58
Pila Eje 4	1.22	7.58
Pila Eje 5	1.25	6.67
Pila Eje 6	1.13	6.31
Pila Eje 7	1.14	6.14

Condición de Carga con Sismo:

	Esfuerzos sobre el Suelo CS	Estabilidad de la Fundación CS
Pila Eje 1	1.62	5.07
Pila Eje 2	1.44	2.78
Pila Eje 3	1.12	1.80
Pila Eje 4	1.09	1.71
Pila Eje 5	1.44	2.78
Pila Eje 6	1.62	5.07

Pila Eje 7	1.91	12.96
------------	------	-------

Ambos coeficientes de seguridad en general resultan ser muy superiores a la unidad, lo cual indica que las dimensiones de las fundaciones son suficientes y adecuadas para soportar y transmitir las cargas al suelo, lo anterior siempre y cuando la capacidad de soporte del suelo en los diferentes sitios de apoyo de las pilas sea superior o igual a las 20 ton/m² con un FS de 3.0.

5.4.- Revisión de los Bastiones

Tal y como se mencionó anteriormente, el puente Juan Pablo II cuenta con dos bastiones diferentes. Para este caso particular resulta crítica la revisión del Bastión Alajuela, lo anterior debido a que este se encarga de tomar todas las fuerzas en la dirección longitudinal.

Se han estudiado las condiciones de seguridad frente al deslizamiento y vuelco de las zapatas, encontrando los siguientes coeficientes de seguridad sobre acciones mayoradas:

	Sin sismo CS	Con sismo CS
Deslizamiento	12.7	0.54
Vuelco	1.44	0.40

Es claro que para las condiciones extremas de sismo, la seguridad tanto al deslizamiento como al vuelco es insuficiente, lo que obliga a considerar algún tipo de readecuación para las cimentaciones.

Los muros de corte, tanto laterales como internos se han estudiado frente a los esfuerzos de flexión y cortante en las secciones críticas. En ambos casos se ha comprobado que el nivel de seguridad es insuficiente, por lo tanto se amerita de algún tipo de readecuación.

Para el caso de los muros externos como de los contrafuertes internos los resultados obtenidos para los Coeficientes de Seguridad en flexión y cortante son:

Coeficientes de seguridad a flexión y cortante.

	Flexión CS	Cortante CS
Muros laterales	0.45	0.64
Muros centrales	0.76	0.54

Adicionalmente se reviso la seguridad en cuanto a la transmisión de las presiones de la estructural a suelo, los resultados obtenidos para el factor de seguridad son los siguientes:

	Sin Sismo	Con Sismo
CS	1.59	*

*Para la condición con sismo no es posible calcular las presiones transmitidas al suelo dado que la excentricidad obtenida en esta combinación supera el límite máximo de "L/3".

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha realizado una revisión del estado de conservación de la estructura, así como una evaluación de la capacidad estructural de la misma, de acuerdo con los planos de proyecto. En lo que corresponde a este último punto, se pueden formular las siguientes conclusiones:

- i. En general las vigas principales cuenta con la capacidad suficiente para soportar las demandas producto de las permanentes vehiculares (HL-93) y sismo, por lo tanto no se requiere de la colocación de ningún tipo de refuerzo para cortante o flexión en estos elementos.
- ii. Para el caso de los momentos negativos en las zonas de apoyo de las vigas sobre las pilas, el refuerzo negativo previsto no es suficiente para soportar las demandas por flexión negativa en los claros de 30.0 metros, por lo tanto se recomienda el diseño y la colocación de un refuerzo adecuado en estos puntos.
- iii. En lo que corresponde a la losa de rodamiento, el acero superior e inferior es suficiente para soportar las cargas de diseño. Es importante adicionalmente aclarar que la cara superior de la losa presenta hoy en día un nivel de deterioro

que si bien es cierto no compromete su integridad estructural hoy en día, de no tomarse las medidas correctivas adecuadas, en el futuro la seguridad y el servicio de la estructura si se verían comprometidas. Por lo tanto se recomienda corregir el problema del poco recubrimiento con que cuenta la malla del acero superior de la losa

- iv. Tanto las vigas de cabezal como las columnas de las pilas cuentan con la capacidad suficiente para poder garantizar la seguridad de las pilas frente a las cargas permanentes vehiculares y por sismo. Sin embargo debe aclararse, que el refuerzo por cortante previsto en la base de las columnas no será suficiente para garantizar el desarrollo de la capacidad por momento plástico en las columnas.
- v. Las fundaciones de las pilas cuentan con la seguridad suficiente para soportar las posibles demandas, por lo tanto no se requieren de trabajos de reforzamientos en estos puntos, lo anterior siempre y cuando se garanticen las capacidades soportantes del suelo de al menos 20.0 ton/m² con un factor de seguridad de 3.0 en los sitios de apoyo.
- vi. En lo que corresponde a los niveles de seguridad actuales de los bastiones, el caso del bastión Alajuela (Bastión Fijo) resulta sumamente crítico y requieren de una intervención futura particularmente para soportar las cargas sísmicas de diseño. Los muros de corte no cuenta con el refuerzo para flexión y cortante requeridos para soportar las cargas sísmicas, esta situación se puede apreciar levemente en las paredes laterales de este bastión, las cuales presentan un nivel de agrietamiento diagonal. Adicionalmente, si bien es cierto, para la condición de servicio, la fundación cuenta con las

dimensiones y el refuerzo suficiente, para la condición con sismo, las dimensiones actuales resultan insuficientes.

- vii. En cuanto a los dispositivos en general, tales como barandas, tragantes y previstas para iluminación, estos presentan un nivel de deterioro producto de la falta de mantenimiento, se deben reparar conexiones de barandas y diafragmas dañados que en la actualidad presentan aceros expuestos al ambiente y propensos a corrosión.
- viii. Las almohadillas de apoyo elastoméricas se encuentra en un excelente estado y lo único que se requiere en estos dispositivos es de una adecuada limpieza.
- ix. En general el puente presenta un nivel de suciedad importante, pero que es de menor importancia, sin embargo requiere que se tomen medidas tendientes a corregir este problema menor.
- x. Las juntas de movimiento previstas en ambos bastiones se encuentran completamente deterioradas por lo cual se requiere la sustitución de las mismas.
- xi. En lo que corresponde a los accesos al puente, es necesario la sustitución de la losa de concreto sobre los rellenos, dado que esta se encuentra completamente deteriorada.